قصة الحديد

تأليف

يوسف مصطفى الحاروني

الكتاب: قصة الحديد

الكاتب: يوسف مصطفى الحاروني

الطبعة: **2018**

الناشر: وكالة الصحافة العربية (ناشرون)



5 ش عبد المنعم سالم – الوحدة العربية – مدكور- الهرم – الجيزة

جمهورية مصر العربية

هاتف : 35825293 – 35867576 – 35867575

فاكس : 35878373

http://www.apatop.com E-mail: news@apatop.com

دار الكتب المصرية

فهرسة إثناء النشر

الحاروني ، يوسف مصطفى

قصة الحديد / يوسف مصطفى الحاروني

– الجيزة – وكالة الصحافة العربية.

126 ص، **18** سم.

الترقيم الدولى: **978 -977 -446 – 746 – 8**

أ – العنوان رقم الإيداع : **8358 / 2018**

قصة الحديد





تقديم

عندما طرقت باب الصحافة، وبدأت أحمل القلم لأكتب إلى الناس، رأيت أن خير ميدان أتحدث فيه حديث فكر وثقافة وتوجيه، وأسهم به في خلق وعي ناضج مستنير،

هو ميدان العلوم المبسطة، أقدم فيه حقائق الحياة وأحوالها، وأشرح فيه الأسس العلمية الفنية التي ترتكز عليها حضارة اليوم، فتحدد شكل المجتمع، والعلاقات بين أفراده، وما ترسمه الدول من سياسات واتجاهات أما لنهضة أهلها ورفعتهم، ورفع مستواهم الاقتصادي والاجتماعي، أن كانت هذه الدولة محبة للخير والسلام، أو ما تدبره من خطط وحيل لاستعمار غيرها من الشعوب وفتح أسواق لمنتجاتها وميادين جديدة لاستغلال مواردها، أن كانت من الدول الاستعمارية الطامعة المفتتة.

وبدأت أكتب عن العلم وتطوره. وما يصاحب هذا التطور من آفاق جديدة وأفكار جديدة، ثم أحسست بحاجة القاريء المصري إلى أن يتعرف حقيقة بلاده وأمورها، وما تملكه من ثروة وما تستطيعه من الامكانيات تحدد لها مستقبلها وترسم نهضتها ورفعتها.

ورأيت أن أفضل الطرق لتقديم هذه المعلومات، أن أتناولها في موضوعات محددة واضحة، أتحدث عن كل موضوع في كتيب صغير يسهل

تداوله وتتيسر قراءته، أتناول فيه الموضوع من جميع نواحيه، وأسوقه في قصة صغيرة، تتحدث إلى القاريء عن أمسه ويومه وغده.

ولم يكن من الصعب على أن أختار موضوعات هذه الكتب، فلا شك أن الحديث لابد وأن يبدأ بأسس النهضة الصناعية وعمدها... وأول ما يخطر على البال في هذا المضمار هما البترول والحديد..

وهكذا قدمت كتابي الأول "قصة البترول"، نشرته سلسلة "اقرأ" عام 1950، فيه تحدثت عن هذا السائل السحري الذي يجري في المدنية الحديثة كالدماء في الشرايين يبعث الحياة وينفخ الروح.

واليوم أقدم كتابي عن الحديد، وليس من يجهل شأن الحديد وأهميته في حياتنا وحضارتنا، فهو الهيكل العظمي في جسد هذه الحضارة والعمران..

وكما سبق أن قدمت قصة البترول، فصاحبت هذا السائل منذ مولده ونشأته في باطن الأرض، إلى أن تنبه إليه الإنسان وعرف كيف يستفيد منه الفائدة القصوى، فأسرع يبتكر الحيل ويستحدث الوسائل لاستخراجه وتنقيته وصناعته، وتتبعنا هذه العمليات خطوة خطوة، ثم خرجنا من العلم إلى السياسة والاقتصاد، وألممنا بنظرة سريعة عن البترول في العالم، وتحدثنا عن أثره في الحروب وترجيح كفة على أخرى، وخرجنا من ذلك إلى السياسات الدولية التي يرسمها ويحددها البترول، وموقف الشرق

الأوسط عامة وموقف مصر خاصة من ذلك الصراع، وما نرجع لتلك المنطقة المباركة من مستقبل ومجد ورخاء...

وهأنذا أحدثك عن الحديد ملتزماً نفس الخطوط التي رسمتها في كتابي الأول، وها هو بين يديك، تستطيع أن تتبعه فصلاً فصلاً، وأملي كبير أن تخرج منه بصورة مصغرة، إلا أنها مكتملة واضحة عن ذلك الموضوع الحيوي الخطير..

ثم أني لأزجي الشكر خالصاً لكل من عاونني وأرشدني إلى أن أكتمل هذا الكتاب..

ولوزارة التربية والتعليم جميل الثناء على رعايتها واهتمامها بقبوله ونشره.

وهأنذا أقدمه لكل مواطن صالح يعمل لخير هذا البلد ويرسم لمستقبله الزاهر المشرق...

والله الموفق إلى سواء السبيل

يوسف مصطفى الحاروني

الفصل الأول

فجر الحديد

لا ندري على وجه التحقيق أي الناس كان أسبق إلى معرفة الحديد وتعدينه، فرغما عن أن مركبات الحديد وخاماته كثيرة وفيرة منتشرة في أماكن عديدة من سطح الأرض،

إلا أن الإنسان عرف الحديد أول ما عرفه كمعدن خالص تتساقط به السماء فيما ينزل عنها من الشهب، ويتميز هذا الحديد بخاصية فريدة إذ يحتوي على مقدار من معدن النيل يتراوح من 5- 26%، وهو في الغالب 7 أو 8%.

ولقد تناول الإنسان القديم هذا الحديد الشهبي وتأمله وأعجب بمتانته وقوته، ولا شك أنه حاول أن يستفيد من شدته، وأنه وفق إلى أن يصنع منه بعض الأدوات البسيطة، إلا أن هذه الأدوات التي صنعت من حديد الشهب، والذي يتميز باحتوائه على قدر خاص من النيكل، لا ندخلها في نطاق الحديد وصناعته كما لا يدخل في نطاق هذا الكتاب تلك المساحيق الملونة التي أخذت عن خامات الحديد الحمراء والصفراء، فطحنت واستعملت في أعمال الطلاء، واحتفظت بألوانها الخالدة على مر الأزمان، وازدانت بها نقوش قدماء المصريين منذ فجر التاريخ.

الحديد عند قدماء المصريين

ولقد اكتشف في مصر أول وأقدم شاهد على استخدام الإنسان للحديد، إذ اكتشف وينريت **Wainwright** مجموعتين من الخرزات الحديدية، واحدة مكونة من سبع خرزات والأخرى من خرزتين عند مزعونة (جنوب القاهرة بأربعين ميلا)، يرجع تاريخها إلى أكثر من خمسة آلاف سنة خلت، وقبل أن يبدأ التاريخ المصري بالأسر المصرية القديمة، ولقد فعل الصدأ فعله في هذه الخرزات، فتحولت جميعها إلى أكسيد الحديد، غير أن الكيماويين الذين قاموا بتحليلها أمكنهم أن يتعرفوا أن هذه الخرزات صنعت من قضيت من معدن الحديد، ووجدوها تحتوي على 7.5% من معدن النيكل، مما يدل على أنها صنعت من حديد الشهب، وهي بهذا لا تدخل في ميدان الحديد وصناعته.

ثم كانت القطعة الثانية التي وجدت بالهرم الأكبر، هرم خوفو، أول ملوك الأسرة الرابعة، والذي شيده قبل الميلاد بثلاثة آلاف عام ولقد أثارت هذه القطعة من الحديد كثيراً من الحديث والجدل، فهي أول قطعة خالية من عنصر النيكل، فهي بذلك لا تنتمي إلى حديد الشهب وإنما هي فجر الحديد وتعدينه وصناعته.

والقطعة عبارة عن أزميل صغير اكتشفه المستر هل **J.R.Hill** عام **1837**م، بين كتلتين من حجر الهرم، وقد استحوذ عليها المتحف البريطاني، وأنكر البعض على المصريين القدماء أن يكونوا قد وفقوا إلى صنع الحديد منذ خمسة آلاف عام. فجادلوا في عمرها وصحة نسبتها إلى

الهرم الأكبر. ثم قالوا بأنها قطعة دخيلة ذات تاريخ حديث، وهم لا يسوقون دليلاً واحداً مقنعاً على تأييد دعواهم فلقد سلموا أولاً بنسبتها إلى الهرم ظناً منهم أنها من حديد الشهب، ولم يحاجوا في تاريخها إلى حين أثبت التحليل الكيماوي أنها خالية من النيكل، ومن ثم فليست من فصيلة الشهب.

ثم يكتشف ماسبيرو ستة ازاميل من الحديد قد أنهكها الصدأ في هرم أوناس، وهو آخر ملوك الأسرة الخامسة (2625 قبل الميلاد) بسقارة، وجدها إلى جوار حائط قد نقشت عليه رسوم لم تكتمل. إذ مات الملك قبل أن ينتهي العمل في مقبرته، فبقيت أدوات العمال بجانب الرسم الناقص، وتتابع الأدلة والاكتشافات على معرفة المصريين القدماء للحديد واستخدامهم اياه، معرفة تنهض واضحة صريحة ولو كره المكابرون، ولقد شهد شاهد منصف من العلماء هو الاستاذ جارلاند على قدم نهضة الحديد في مصر.. إذ يقول:

"وفى رأيي أن عصر الحديد قد بزغ مع فجر التاريخ المصري، بل وقد يكون استبق من عصر البرونز، وأنما استدل على ذلك بما اكتشف من قطع الحديد وآلاته في الهرم الأكبر، وما أتى بعده من المقابر، ثم هذه الرسوم الدقيقة المتقنة التي رسمت على اصلد الأحجار وأشدها منذ عهد الأسرة الرابعة، وقبل أن يعرف البرونز، ولا ينقض من هذه الحقيقة أن الآلات الحديدية كانت نادرة غالية الثمن ولم يكن يصنعها إلا قلة ضئيلة من أمهر العمال، وهل يتأتى نحت الجرانيت أو الكتابة على بازاميل من

النحاس؟ ولقد حاولت شخصياً أن أقطع الجرانيت بازاميل من النحاس مع الصنفرة ومستعينا بالزيت، فلم استطع أن أنال من هذا الصخر الصلد، بينما تآكل النحاس وعجز عن العمل، وعلى حافتي الشق الصغير الذي استطعت نحته تراكمت فتات معدن النحاس، أما المصريون فإنهم سبقوا التاريخ، وقبل عهد الأسر، فصنعوا من حجر الديوريت الصعب المراس أو أن بلغت غاية الدقة والمهارة والاتقان".

الحديد في الصين

كان الصينيون القدماء ينظرون إلى المعادن نظرة تقديس وإجلال واحترام، وكانت معتقداتهم الدينية تقول أن الآله بأن كو قد وضع المعادن في الأرض، وأتى من بعده الآله سن جن والامبراطور فوسى واخذا يبحثان عن المعادن فلم يوفقا إلى طريقها. حتى كان عام 2700 قبل الميلاد حين اكتشف شن ننج طريقة صهر المعادن، فأصبحت منذ ذلك الحين عملية مقدسة طاهرة لا يتولاها إلا الاتقياء الورعون، ولا يقربها دنس أو صاحب رجس، وكانت المعادن عند الصينيين القدماء تنقسم إلى ذكور وإناث، وكانوا حين يمزجون بينها ليحصلوا على السبائك يقيمون طقوساً دينية خاصة، فالفتيات يتولين تشغيل المنافخ التي تحمى بها الأفران، حتى إذا صب صهير المعدن تولت الفتيات رشه بالماء، فإذا ظهرت على المعدن أي بثور، فثمة زيادة في المعدن الذكر، أما إذا أصابه تشقق فالزيادة في المعدن الأنثى، فيعيدوا الصهر، ليصححوا نسبة الذكرية والانثوية في الصهير وإذا

تحقق صاحب المصنع من صحة خلطته، والسبيكة لا تخرج في حالتها الجيدة، فإن الشكوك تحيط بأخلاق القائمين بالتعدين وبطهارتهم وعفتهم وتقواهم.

ولم يكن فن التعدين في الصين القديمة يقوم إلا على جنس المعادن وتزاوجها فيما بينها، فالحديد معدن ذكر، وآله الكور الذي ينفخ فيه الحديد ذكر هو الآخر، فلا يمكن أن يحدث بينهما تزاوج واتحاد ولذا كان لابد من إدخال العنصر النسائي حتى يتم التعدين، فلا يصح أن يتولى الحداد نفخ الكور، بل من الضروري أن تقوم بذلك زوجته، وحين يصب المعدن عليها أن تضيف إليه بعضاً من شعرها وأظافرها، وهم يعتقدون أن ذلك يحدث تزاوجا روحياً بين زوجة الحداد وآله الكور، ومن ثم يعطى حديداً ممتازاً يسهل طرقه وتشغيله وبقيت هذه الاحتفالات الدينية والاعتقادات الجنسية العجيبة مدى قرون طويلة، وهم يذكرون أن أحد الحدادين ساء حديده، وأخذ يستعطف الآلهة ويتقرب إليها، إلا أن الحديد الذكر وآله الكور الذكر كانا ينشدان العنصر النسائي، فما كان من بنت الحداد إلا أن قذفت بنفسها في المعدن الحامة فانصلح حال الحديد، وما ذلك ببعيد أو غريب إذا تفهمناه على ضوء علمنا الحديث، إذ احترقت الفتاة وتفحمت وساعد هذا الفحم البشري على استخلاص المعدن وتنقيته إلا أنهم لم يفسروا نجاح التجربة القاسية انذاك على هذا الأساس العلمي، بل رأوا فيها تحقيقاً لرغبة الحديد في الزواج بالأنثى الفاتنة المسكينة.

ورغما عن هذه المعتقدات فإن الصينيين القدماء كانوا يستعدنون الحديد ويصنعونه في مهارة وحذق، ويقدرون أن الصانع الصيني القديم الذي سبق الميلاد بخمسمائة عام كان أمهر وأقدر وانبغ من مثيله الأوروبي الذي آتى بعده بألفي سنة، وكان هؤلاء الصينيون رجال إنسانية ومحبة، فلم يصنعوا الحديد لأغراض الحرب والقتال كما هو الحال في أيامنا هذه، وأنما كانت معادنهم تذهب لصنع آلات السلم والمدنية والرخاء.

بابل وأشور

وعلى أرض العراق الطيبة، وقبل أن يبزغ شعاع من نور أو معرفة على المدنية الغربية، قامت حضارات مزدهرة، حيث كانت بابل وإلى شمالها آشور منذ أربعة آلاف عام.. ومن المؤكد أن أهل هاتين المدينتين قد عرفوا الحديد في هذا العهد القديم، عرفوه أولاً ثميناً غالياً، ففي عهد حامورابي (1924 قبل الميلاد) لم تكن الفضة أغلى من الحديد سوى ثماني مرات فقط، وكان الحديد والثمين من الأشياء، ولقد وجد في بابل عمود من الحديد مصقول ومزين بنقوش جميلة يظن بأنه كان جزءاً من أحد العروش الملكية القديمة. ثم أخذ الحديد ينتشر ويكثر استعماله وتداوله، ويخرجه عن نطاق الحلى والزينة ليدخل في الحراب والخناجر، وفي عام 1115 قبل الميلاد يقول الملك تيجلاث بيلزر الأول "وصرعت أربعة ثيران قوية على أرض ميتاني مستخدماً قوسي وحرابي الحديدية" وعلى أرض آشور ترك لنا الملك الجبار سارجون الثاني (722– 705 قبل الميلاد) في قصره في

خورسباد كثيراً من الأشياء الحديدية، فمن المعاول إلى الدروع والحراب إلى السلاسل والمسامير صنعت كلها من الحديد وإلى جوارها كومة كبيرة تزن 150 طناً من القضبان، حديدها من أجود أنواع الحديد حتى اخطأها الكثيرون فقالوا أنها من الفولاذ.

الفينيقيون

أما أراضي سوريا ولبنان فإنها شهدت حضارة الفينيقيين منذ ثلاثة آلاف عام، وشهدت معها الحديد، ولقد اكتشف الكثير من الأشياء الحديدية في أراضيها، وفي كثير من المقابر الفينيقية نجد رؤوس السهام والمسامير وبعض الحلقات من الحديد، بل أن عهد سوريا بالحديد يرجع إلى أقدم من ذلك، إذ اكتشف بقطنه في أواسط سوريا قليل من الحديد يرجع تاريخه إلى سنة 1800 قبل الميلاد.

الفصل الثاني

عصر الطفولة

حاولنا في الفصل السابق أن نكشف الستار عن ميلاد الحديد وأول السابقين إلى استعماله في التاريخ، ورأينا كيف أن المدنيات القديمة التي زخر بها الشرق وسبق بها العالم قد عرفت الحديد واستعملته وتركت لنا من آثاره أقوى شاهده ودليل.

وحين أفلت شمس الحضارة المصرية القديمة، ومالت معها حضارات الشرق، تاهت خيوط المعرفة في غياهب الظلمات، وطمس الكثير من معالمها، ثم التقطت الحضارات التالية بعضاً من البذور الأولى فحققت عليها الحياة، إلا أنها كانت غريبة على الأرض التي نزلت بها، فلم تستطيع أن توفر لها ظروف النمو والازدهار، فما ترعرعت وما نمت، بل أصابها عقم طويل لم تتخلص منه إلا حين اشرقت على هذه الأرض أنوار المعرفة الحقة والبحث الصحيح.

ولقد أخذ الرومان فيما أخذوه من تراث الشرق وما سبقهم من الحضارات صنع بعض الأدوات الحديدية، فكانوا يصنعون المسامير والمفصلات والمزاليج والسلاسل، وأدوات الحرب، ولا شك أنهم حملوا ما تعلموا إلى كثير من بقاع العالم، وارسلوا بطرف من هذا الخيط الشرقي إلى الجزر البريطانية، فصنع الانجليز في العهد الروماني السيوف والحراب

والمناجل والخطاطيف، كما استخدموا القضبان الحديدية كنقود يشترون بها السلع المختلفة، وعلى سفوح بعض التلال الانجليزية توجد أكوام من الخبث اختلطت بها بعض النقود الرومانية القديمة.

وحين جلا الرومان عن الجزيرة البريطانية عام **410** ميلادية نزل بشواطئها أقوام آخرون من البربر الشماليين والسكسون، لم يكونوا على شيء من الحضارة والمعرفة بل هبطوا بالجهل والظلام على الجزيرة فعانت عصرا من الانحطاط والتأخر، عبث فيما عبث بالحديد وصناعته، ولم يكن هؤلاء الانجلو سكسون ليعنون من أمر الحديد إلا بصناعة الحراب ورؤوس السهام، اتلفوا في سبيلها غابات أفران الحديد فيقوم فيها بدورين رئيسيين، يعطيها الحرارة الكبرى التي تساعد على استخلاص الحديد من خامه وهو إلى جانب ذلك العامل الأساسي في هذا الاستخلاص، إذ يتحد مع الأكسجين الذي في الخام فينفرد المعدن حديداً خالصاً.

وحين هبط النورمانديون أرض انجلترا، دبت روح التقدم في مختلف الصناعات، وانتعشت على ايديهم صناعة الحديد، وكانت مقاطة ويلد **Weald** أهم مناطق هذه الصناعة منذ أيام الرومان حتى نهاية العصور الوسطى، وخلال هذه العصور المظلمة حين ساد التعصب الديني وعلا شأن الكنيسة وقوى نفوذ رجال الدين، كان أمر الحديد، كما كان غيره من الصناعات، في أيدي الكهنة والقساوسة. ففي القرن الثاني عشر منح رهبان كركستد مكاناً لأربعة مصانع للحديد، اثنان منها لاستخلاصه والآخران لتشغيله، وكان لهم حق تعدين خام الحديد واقتلاع الأشجار

اللازمة للوقود، ووهب الملك هنري الثاني دير فلاكسلي حق اقتلاع شجرتين من البلوط كل سبعة أيام لاستخدامها في صناعة الحديد.

وكانت غابات دين **Dean** الشهيرة هي المركز الرئيسي لصناعة الحديد خلال هذه القرون الوسطى، وفي عام **1282** كان بهذه الغابة **72** مصنعاً متنقلاً للحديد، وبدت أهمية هذه الغابة حين هاجمت الارمادا الأسبانية شواطيء انجلترا، إذ اهتم الاسبانيون الغزاة أن يتلفوا أشجارها العظيمة حيث تتركز قوة انجلترا وبأسها، إذ منها تستمد الخشب لصناعة سفنها واساطيلها في ذلك العهد، ثم فطن الانجليز إلى أن صناعة الحديد عدو آخر يتلف الغابات ويحرقها، وما كانت انجلترا لتضحي آنذام بتلك الثروة الكبيرة من الأخشاب في سبيل صناعة الحديد التي لم تكن حتى هذه الأيام شيئاً مذكوراً بجانب بناء السفن ومجدها، وفي هذا يقول صمويل هارتليب.

"لقد أحسنت الدولة في أن تغلق مصانع الحديد المتفرقة في غابة دين، حتى تحتفظ بألواح الخشب الثمينة لصناعة السفن".

ولقد استمر الصراع على الغابات بين أن يذهب خشبها للصناعات الخشبية التي كان أهمها بناء السفن، وبين أن يستخدم في أفران الحديد مدى قرون عديدة، ورغما عن ذلك فلقد انتشرت هذه الصناعة الوليدة في أنحاء مختلفة من انجلترا، إلا أن الحديد كان من الأشياء الغالية الثمينة، وهم يذكرون أن أوعية الملك أدوارد الثالث (**1327–1377**) وأوانيه الحديدية كانت من بين مقتنيات الملك الثمينة، ولقد أصدر لذلك قانوناً

يحرم تصدير الحديد، كما شجع ورحب بهجرة صناع الحديد المهرة من أنحاء أوروبا إلى البلاد الانجليزية.

ولننتقل الآن إلى وصف استخلاص الحديد وصناعته أبان هذه العصور، فلقد كانت طرق هذا الاستخلاص وما يستخدمونه من الأفران البسيطة أقرب ما تكون إلى الطرق البدائية التي ما زالت تستخدمها الشعوب المتأخرة في أواسط أفريقيا لصناعة الحديد، فالفرن في ذلك الحين كان مخروطاً ناقصاً طوله **30** قدماً وقطره **24** قدماً، وأرضيته مقعرة قد كسيت بحجر رملي، وكانوا يسبون الخام بعد تكسيره، والفحم النباتي، الذي يحصلون عليه بعد حرق الأشجار بمعزل من الهواء، من أعلى الفرن، وعلى جوانب الفرن وقريباً من القاعدة تنفذ أنابيب قد اتصلت بمنافخ من الجلد لتبعث إلى الوقود بتيار من الهواء، وكانت هذه المنافخ يدوية في أول الأمر، ثم كانت منافخ الأرجل، ثم استخدموا القوى المائية بعد ذلك في إدارة عجلات كبيرة (تربينات) تمد هذه الأنابيب بتيار قوي من الهواء، وكان الحديد يتجمع في أسفل الفرن على هيئة كتلة اسفنجية، فاطلقوا على هذه الأفران الكلمة الألمانية ستوكوفن **Stuckofen** ومعناها أفران الكتل وفى أوائل القرن الخامس عشر لم يكن الفرن لينتج أكثر من طنين من الحديد في الأسبوع على أحسن تقدير، ولم يكن الحديد يستخلص تماماً من خامه بل أن نصف المعدن يذهب هباء في الخبث.

وفي تلك الأيام كانت الصلة وثيقة بين إنتاج الحديد وامتلاك الأرض، إذ قامت هذه الصناعة حيث يوجد الخام والغابات، وهي بهذا

تعتمد على الأرض لاستخراج الخام واقتلاع الغابات والحصول على الحجر الجيرى الذي يساعد على الصهر، وكان الملاك الاقطاعيون بطبيعتهم أحوج الناس إلى أسلحة الحرب لتوطيد نفوذهم، وما يصنع من الحديد من الأدوات الزراعية لخدمة أراضيهم، ويصف كامدون مقاطعة سكس في نهاية القرن السادس عشر فيقول: "كانت حافلة بمناجم الحديد في جهاتها المختلفة حيث تشهد على كل جانب أفران الصعر التي تستهلك كمية هائلة من الخشب في كل عام، وتحولت المراعي والحقول إلى شبكة واسعة من الجداول والقنوات تتشابك وتلتقى وتصب الماء في قوة لتدير المطارق الكبيرة في مصانع الحديد فكان صوتها يصم الآذان في المنطقة وما حولها جميعاً".

وعلى إحدى القطع الأثرية التي يرجع تاريخها إلى القرن السادس عشر والتي تخلفت عن غابة دين، نرى رسماً لأحد عمال مناجم الحديد، يرتدي قميصاً ويتمنطق بحزام من الجلد، وعلى رأسه طاقية محكمة، وهو يحمل معولاً في يده اليمنى، ويمسك في يده اليسرى يسير من الجلد يشد إليه وعاء خشبياً يحمله فوق كتفه ويملأه بالخام ويقبض بأسنانه على عصا قد ركب في طرفها شمعة لتنير له الطريق أما توزيع العمل في ذلك العصر فلقد كان على الوجه التالي: ثلاثة عمال بالمنجم، واحد منهم يكسر الخام، وآخر يحمله إلى الخارج، والثالث يقيم العوارض الخشبية التي تحفظ المنجم من الانهيار، ثم ثلاثة عمال آخرون لتحضير الفحم النباتي بحرق الأخشاب بمعزل عن الهواء، أما مصنع الحديد فيه تسعة عمال، خمسة منهم يباشرون صهر الحديد وثلاثة لتشغيل المنافخ، بينما يقف الخير يردد الأغاني

والأناشيد لتسليتهم وتحميسهم، وكان هؤلاء العمال الخمسة عشر يعملون ما بين 12–14 ساعة، فلا ينتجون أكثر من نصف طن الحديد في اليوم.

أما طريقة تشغيل الحديد الناتج من هذه الأفران فيصفها المستر هنري هورن بقوله "تخرج عن الأفران كتل رمادية من الحديد الاسفنجي محببة الشكل تحتوي كثيراً من الشوائب، توضع ثلاث أو أربع من هذه الكتل خلف النار حتى تلين وتلتحم في كتلة واحدة يطرقونها بمطارقهم الثقيلة التي تدور بالقوى المائية، فتلفظ عنها شوائبها وموادها الغريبة في الخبث، ثم يحمي عليها إلى درجة الإحمرار وتطرق مرة أخرى إلى قضيب من معدن الحديد".

وكان الحديد خلال العصور الوسطى كله من نوع الحديد الذي يصنع ويشكل بالتسخين والطرق ولذا سمي الحديد "المطاوع"، ولم يكن الحديد ليصهر أو يسيل في أية مرحلة من مراحله، إذ لم يكن في مقدورهم أن يرتفعوا بالحرارة عن درجة 900 مئوية، أما شهر الحديد وأسالته وصبه التي تتطلب حرارة شديدة فلم تكن قد عرفت بعد.

ومع التقدم الطبيعي أخذ فرن الحديد يكبر ويتحسن، وكان الألمان أول من أخرج الفرن الحديد حين تقدموا بفرنهم القديم (الستكوفن) فزادوه ارتفاعاً وقوة، وكلما استطال الفرن احتاج إلى تيار أشد وأقوى من الهواء، وهكذا سمي الفرن الجديد فرن النفخ أو الفرن اللافح أو الفرن العالي. وحين تصب الشحنة من خام الحديد مع الفحم النباتي في هذا الفرن المرتفع ينصهر هذا الحديد ويتحول إلى سائل يمتص بعضاً من الكربون ثم

يتجمع في قاع الفرن إلى أن يصب ويسمى هذا الحديد السائل المشبع بالكربون بالحديد الزهر.

ولقد كان الدافع الحقيقي لاختراع الفرن العالي وصب الحديد هو الحاجة إلى طلقات للمدافع سهلة التشكيل رخيصة الثمن. وقبلا لذلك، وفى عهد الملك ادوارد الثالث بانجلترا والملك لويس الحادى عشر بفرنسا كانت المدافع تصنع من البرونز، وفي عام 1338 استخدم الحديد المطاوع لصناعة المدافع لأول مرة في عهد ادوارد الثالث، وكانت مقذوفات هذه المدافع تشذب من قطع الحجارة الصلدة، ولم يكن من سبيل إلى صناعتها من البرونز إذ هو غالي الثمن، ومعدن الرصاص لا يفي بالحاجة نظراً لليونته ومرونته، ثم هي لا تصنع من الحديد المطاوع إذ يحتاج صنعه وتشكيله إلى الكثير من الوقت والجهد والمال، وكانت الحاجة ماسة إلى وسيلة أخرى تناسب هذه الصناعة الهامة، وسيلة تجمع بين السهولة ووفرة الانتاج وجودته ورخصه، ومعدن الحديد هو الذي يجمع في صفاته الجودة والقوة ما يفي بأغراض القتال، وكانت العقبة الكأداء هي صنعه وتشكيله، وأيقن الفنيون أنهم لو استطاعوا أن يسيلوا الحديد فيصبوه في القوالب اللازمة، كما يفعلون بالنحاس والرصاص، لأمنكهم أن يحصلوا على القذائف المطلوبة، وهكذا كانت الحاجة أم الاختراع، وبذلت الجهود الجبارة لتقوية الفرن حتى تشتد حرارته ليسيل هذا المعدن الجبار، حتى استطال الفرن واشتد ضغط الهواء فكان لهم ما يطلبون، وهكذا ولد صب الحديد مع ظهور الفرن العالي، وأول من استغل هذا الفرن كانت مقاطعة لييج ببلجيكا حيث شهدته في النصف الأول من القرن الرابع عشر.

وسرعان ما انتقل الفرن الجديد من أوروبا إلى انجلترا، وكانت مقاطعة سكس فيها سباقة إلى صب الحديد، ففي إحدى مقابرها توجد لوحة من الحديد الزهر يرجع تاريخها إلى القرن الرابع عشر، وفي نهاية القرن الخامس عشر كان الانجليز يصنعون كميات كبيرة من الطلقات الحديدية بمساعدة الفرنسيين الذين حملوا معهم معلوماتهم الجديدة من بلجيكا وفرنسا، ومن ثم نجد الكثير من الكلمات والاصطلاحات الفرنسية التي ما زال يستعملها رجال الحديد فى انجلترا إلى يومنا هذا، وما أتى عام 1548 حتى كان بمقاطعة سكس 25 فرناً عالياً كان الجزء الأكبر من إنتاجها قذائف المدافع الحديدية. وأسرع هنري الثامن بالتعاقد مع هذه المصانع لتمده بالطلقات فكان له الرخص والجوده، واستطاع أن يحصل على طلقاته الجديدة بسعر عشرة جنيهات للطن، بينما كان الطن من البرونز يكلفه 74 جنيهاً في ذلك الحين، وبرزت انجلترا في صناعة المدافع الحديدية من الحديد المطاوع وطلقاتها من الحديد الزهر، وانهالت الطلبات من جميع أنحاء القارة الأوروبية على مصانع سسكس تطلب الأسلحة الجديدة، وكتب المستر هيوم انذاك يقول "أن انجلترا لا تجيد اليوم سوى صناعتين، بناء السفن، وصناعة المدافع الحديدية".

ولقد أدركت الحكومة البريطانية خطورة تلك الصناعة، وما تمد به الدول الأخرى من وسائل الحرب وأسلحتها التي قد تستخدم ضدها في يوم من الأيام، فوضعت تلك الصناعة تحت إشرافها ثم حدت منها بما يكفي إنتاج بلادها، وحذرت أصحاب المصانع من تصدير منتجاتهم للخارج، فكان هؤلاء يتحايلون على القوانين وخرقها، وبيع الأسلحة لكل

من يعرض الثمن الجزيل، وهذا هو السير انتوني شيرلي يبيع مائة مدفع لأعداء بلاده من الأسبان، وكان القراصنة والخارجون على القانون الذين يهددون الأمن والسلام أعز زبائن رجال الحديد في تلك الأيام، وذلك شأن تجار الأسلحة حتى يومنا هذا، يتصيدون الحروب ويسعون لها لترويج بضاعتهم المهلكة، لا تهمهم البشرية أو إقرار السلام، بقدر ما يسعون للمال والثراء حتى لو جاءهم من خصومهم وأعداء البلاد.

الفصل الثالث

عصر الصبا

ثم نزلت المحنة بالحديد وعلت الصيحة تستنكر على هذه الصناعة ما تستهلكه من الأشجار حتى باتت تهدد غابات انجلترا بالانقراض والفناء، وأخذ الخشب لصناعة السفن يعز ويغلو،

وقامت الضجة الكبرى تطالب بخنق هذه الصناعة أو فلتبحث لها عن بديل غير الفحم النباتي الذي تحرق فيه الكثير من الأشجار، وأصدر البرلمان الانجليزي عام 1558 قانوناً يحرم قطع الأشجار لحرقها للفحم النباتي. واستثنيت منه مقاطعتا ويلد وسسكس الشهيرتان. وفي عام 1581 صدر قانون آخر يمنع إنشاء أي مصانع جديدة للحديد حتى في هاتين المنطقتين، وكان الناس يحبذون هذه القوانين ويقابلونها بالفرح والارتياح، وينزلون غضبهم ولعناتهم على الحديد وصناعته، ويصف أحد القساوسة في ذلك الحين رجال الحديد بقوله: "أنهم قوم كفرة لا خلاق لهم، تنتفخ أوداجهم كبرا وصلفا، وتتدفق ثروة العالم إلى بطونهم"، ويصفهم أحد الكتاب المعاصرين: "أمن العجيب أن نقضى على صناعتهم، وهي تلتهم أشجار انجلترا العزيزة" ويقول الشاعر وذرس: "إنها صناعة خبيثة تنزل الخراب والدمار بكل ركن من أركان الجزيرة إذ تجردها من غاباتها الجميلة".

إزاء تلك الغضبة الجارفة اضطر رجال الحديد أن يغلقوا الكثير من مصانعهم، وانتقلت الصناعة إلى حيث وفرة الأشجار والحرية في اقتلاعهان وتقبلت ايرلندا الضيف الجديد بصدر رحب، وكانت تتلقى خام الحديد من انجلترا وتمده بأخشابها لتصنع الحديد الزهر، ولم يمض وقت طويل حتى ضجت ايرلندا بالضيف وشعرت بوطاته وخطورته، فوقفت هي الأخرى في وجه صناعة الحديد وحرمت اقتلا ع الأشجار لحرقها في الأفران.

ولقد بذل الفنيون كثيراً من الجهود ليستعيضوا عن الفحم النباتي، ومن الطبيعيأن تتجه انظارهم إلى الفحم الحجري فحاولوا استخدامه في أفرانهم العادية فلم تفلح التجربة، وفي عام **1612** قام رجل ألماني يدعى سيمون ستورتفانت وقال.. "يجب أن يحمض الفحم الحجري وينضج إلى فحم الكوك قبل استخدامه حتى تتحقق له الأمور الآتية":

أولاً: يتحسن صنفه وترتفع حرارته إلى ما يوازي الفحم النباتي.

ثانياً: يتخلص مما فيه من الصفات الضارة التي تؤثر تأثيراً سيئاً على الحديد.

ثالثاً: يكتسب ما يفتقر إليه من الصفات التي يتميز بها الفحم النباتى.

وهو يعلق على ذلك بقوله: "أن غايتي من هذا الاختراع أن أنقذ أخشاب البلاد وغاباتها من أن تستهلك وتحرق في أفران الحديد. تلك الأفران التي صممت وبنيت لتوقد بالفحم النباتي ولا تستطيع أن تستبدله

بوقود غيره، وأنني باختراعي هذا استطيع أن أوفر لانجلترا ما قيمته 320.000 جنيهاً من الفحم النباتي كل عام".

ولقد منحه الملك جيمس الأول براءة الاختراع وحقها لدى 31 عاماً. إلا أنها الغيت بعد عامين اثنين لإهماله وعدم استكماله ما يدعي من الأعمال. ونحن لا ندري هل اكتشف ستور تفانت طريقة لانضاج الفحم الحجري إلى فحم الكوك. وهو بلا شك يحقق رغباته جميعاً؟ أن حديثه يشير إلى أنه قد ألم بفكرة عن الموضوع إلا أننا لا نلمس أي دليل على التجربة ونجاحها، وليس في مذكراته التي يكتنفها الغموض والإبهام ما يشير إلى طريقة للحصول على فحم الكوك.

ثم أتى من بعده دد ددلى Dud Dudley أول رجل شهير في تاريخ الحديد، أول رجل استطاع أن يخرج الحديد باستخدامه الفحم الحجري في أفرانه، وكان ذلك عام 1620، ويقول الأستاذ سالزمان في كتابه "الصناعات الانجليزية في العصور الوسطى" أن هذا التاريخ يعتبر نهاية فترة العصور الوسطى في صناعة الحديد.

ولد دد عام 1599 لوالد ثري يمتلك عدة مصانع للحديد، وحين تخرج من جامعة اكسفورد في سن العشرين أشرف الشاب الصغير على أعمال والده، وأخذ يجري تجاربه لاستخدام الفحم الحجرى لاستخلاص الحديد وإنتاج الزهر من الفرن اللافح.

وفى عام 1621 حصل على براءة الاختراع باسم والده الايرل ددلى "براءة استخلاص الحديد وصنعه إلى الأدوات المصبوبة أو القضبان بواسطة الفحم البحري أو الفحم الصخري فى أفران تعمل بالمنافخ". وهو يقدم لاختراعه بما وصلت إليه حالة البلاد من استهلاك الخشب حتى شح وارتفعت اسعاره، ويشير إلى أن بناء السفن في عهد الملك جيمس الأول كان يتكلف 40 شلنا للطن، فإذا بها في عهد الملك شارل الأول ترتفع إلى ثلاثة أضعافها، ويرجع ذلك إلى ندرة الخشب نتيجة لاستنفاذه في عمل الفحم النباتي، ثم يقول أن أرض والده تحتوي على طبقة من الفحم الحجرى سمكها 10–12 ياردة تحتها طبقة من خام الحديد سمكها 4 ياردات وبأسفل هذه عدة ياردات من الفحم مرة أخرى، وهو لا يحدثنا في اختراعه عن انضاج الفحم وتسويته إلى فحم الكوك بل يبدو أنه استعمل الفحم في حالته الطبيعية كما هو، ولم يكن فضله على الحديد في فن استخدامه للفحم الحجري، بل أن نجاحه يرجع إلى توفيقه في اختيار فحم صلب متماسك، وما ادخله على فرنه من تقوية لمنافخه حتى تتلائم مع الوقود الجديد... إلا أنه كان أول من فتح الباب في وضوح لاستخدام الفحم الحجري، فوجده الباحثون من بعده بما اكتشفوا من انضاج الفحم وتسويته إلى فحم الكوك.

ولقد استطاع ددلي أن يخرج من فرنه الجديد طناً من الحديد في اليوم، وأن يبيع حديده بثمن يقل 30– 40% عن ثمن الحديد في تلك الأيام، مما أثار عليه حفيظة أهل هذه الصناعة الذين يستخدمون الفحم النباتي، فاوعزوا إلى بعض الغوغاء بمهاجمة مصنعه وتحطيمه، ثم اندلعت

الحرب الأهلية في انجلترا، وانخرط ددلى في سلك جنود الملك شار الأول كمهندس حربي، وحين انتصرت الثورة أسر ددلي عام **1948** فزج به إلى أعماق السجون، ثم استطاع الهرب ووصل إلى بريستول شريداً محطماً، وسرعان ما استعاد جأشه وأخذ يواصل أبحاثه في الحديد واستعمال الفحم الحجري، إلا أن حظه العاثر لم يبتسم أبداً ومات الرجل في سن الخامسة والثمانين شهيد الكفاح والمثابرة، ودفنت بموته المحاولات الصابرة المضنية لاستبدال الفحم النباتي بالفحم الحجري.

ولم يترسم رجال الحديد خطأ ددلي إلا في تكبير أفرانهم والارتفاع بها، وتقوية منافخهم ليشتد تيار الهواء وتزداد الحرارة، غير أن ذلك كله لم يكن ليغني انجلترا أو يعوضها عن النقص الكبير في الأشجار اللازمة للفحم النباتي، وساهم كبار الملاك في الكارثة بما أزالوا من الغابات ليحولوا أرضها إلى مراع تعود على جيوبهم بالخير الوفير، وخاصة حين انتعشت صناعة الصوف، ولم يكن إنتاج انجلترا من الحديد يكفي حاجاتها، بل كانت تستورد في تلك الأيام الكثير من حديد روسيا والسويد والنرويج، وهكذا كانت البلاد الانجليزية تتطلع في لهفة إلى من ينقذها من تلك الورطة ويعيد إلى صناعة الحديد قوتها وعزها ويمشي بها قدماً في سلم الحضارة الحقة والمدنية الحديثة.

وأتى ذلك في أوائل القرن الثامن عشر على يدي أبراهام داربي**Abraham Darby** الذي أرسل في بعثة إلى هولندا عام **1706** ليتعلم صب الحديد واتقانه، ولم يكن من سر في هذا الصب سوى أنهم

يصنعون قوالبهم من الرمل دقيق الحبيبات، وعاد إلى بلاده ليقدم إلى مصنعه في كولبرو كديل خبرته في القوالب والصب، إلا أن المصنع كان في محنة أهم واقسى، فلقد استنفذ ما حوله من أشجار البلوط البندق، وكان يعاني ضيقاً وفقراً في الوقود يهددانه بالتوقف والإفلاس، فاضطر داربي أن يعمل عبقريته في حل المشكلة المستعصية، وأخذ يحاول استخدام الفحم الحجري وكان الفحم والحديد يتوافران في تلك المقاطعة، وهو يكتب في مذكراته عام **1709** أنه اشترى كميات كبيرة من الفحم، ويذكر إلى جوارها ما انفقه على تسويتها وانضاجها وذلك لاستخدامها في استخراج الحديد، وكان يعاونه في أبحاثه صهره ريتشارد فورد، وهكذا بدأ أول تزاوج حقيقي بين الحديد والفحم الحجري، ويكتب مستر اشنون في كتابه "الحديد والصلب خلال الثورة الصناعية".

"... وكانت العقبات التي تعترض دخول الفحم الحجري لاستخراج الحديد كثيرة في ذلك الحين، إذ يحتوي هذا الفحم على شوائب لا توجد في الفحم النباتي، كما أنه أقل قابلية للاشتعال، وكان لابد لإنتاج حديد طيب من هذا الفحم الحجري من:

أولاً: ابتداع طريقة يتخلص بها من بعض شوائبه، وذلك بانضاجه وتسويته.

ثانياً:أن يبني فرن كبير مرتفع يسمح لخام الحديد أن يجاور وقوده ومختزله لمدة أطول مما كان في حالة استخدام الفحم النباتي.

ثالثاً: أن ترتفع الحرارة في هذا الفرن عن طريق منافخ قوية شديدة.

ولقد تركزت أعمال ددليفي الأمرين الأخيرين، وترك لداربي من بعده أن ينضج الفحم ويسويه ويصنع الكوك".

ولم يكتمل للفرن اللافح قوته وعظمته إلا عام 1828 حين فكر جيمس نيلسن في أن ينفخ فيه تياراً من الهواء الساخن، وقبلا لذلك كان الاعتقاد أنه كلما كان الهواء بارداً كلما كان انجح في صناعة الحديد، لكن نيلسن سخن هواءه إلى درجة 150 مئوية، فإذا بكمية الوقود التي تستهلك لطن من الحديد تنخفض من 8 طن إلى 5 طن، ثم رفع حرارته إلى 300 درجة مئوية فقل الوقود إلى ثلاثة أطنان، وهو اليوم يسخن إلى درجة 500– 750 درجة مئوية فلا يستهلك من الوقود أكثر من ثلاثة أربا ع طن من فحم الكوك، تؤخذ من طن من الفحم الحجرى لكل طن من الحديد.

وهكذا دخل الفحم الحجري (الكوك) إلى صناعة الحديد يعمل في بطون الأفران اللافحة الشاهقة مع ما يضاف معه من الحجر الجيري فيختزل الخام ويخلصه من الأوكسجين، أما الحجر الجيري فيتحد مع ما يوجد في الخام من الشوائب الأخرى مكوناً للخبث، ويتجمع صهير الحديد في قاع الفرن تعلوه طبقة الخبث التي تسحب من فتحة تعلو فتحة الحديد، والحديد الذي يخرج عن هذه الأفران هو الحديد الزهر، وهو أقل أنواع الحديد جودة ونقاوة إذ يحتوي على قدر من الكربون يبلغ 4% وإلى جانب ذلك بعض الشوائب التي لم يتخلص منها الحديد نهائياً، وهو بهذا اسهلها على الانصهار، كما أنه أردؤها على التشغيل، ومن هذا الزهر

يصنع الحديد المطاوع حين يتخلص من الكربون والشوائب، وكانت طريقتهم في ذلك أن يقلبوا الحديد الزهر مع وقود مناسب في تيار من الهواء، وحين يفقد الزهر بعضاً من كربونه يكون أصعب على الانصهار، ومن ثم يتحول إلى عجينة اسفنجية يتوالى تقليبها ثم تسحب من الفرن وتطرق وهي ساخنة حتى تلفظ ما بها من الخبث.

وتطلعت صناعة الحديد المطاوع ترجو أن يدخل عليها بعض التحسين والتهذيب، كما دخل على صناعة الحديد الزهر في أفرانه العالية، فلقد كانت طريقتها قليلة الإنتاج غالية التكاليف، وكانت مصاعب هذه الصناعة تتلخص في أمور ثلاث:

أولاً: إنها كانت مضطرة إلى استخدام الفحم النباتي كوقود حتى يمكن تنقية الحديد الزهر من كربونه وشوائبه، ولم يكن من السهل أن يحل الفحم الحجري محل الفحم النباتي، إذ كان يحتوي على بعض الكبريت الذي يفسد الجديد المطاوع حين يختلط به ويجعله هشا لا مرونة فيه، ولم يكن الفحم النباتي سهلاً ميسراً وهو إلى جانب ذلك غالي الثمن.

ثانياً: أن تنقية الحديد الزهر كانت تتم في تيار من الهواء مما يحتاج إلى آلات نافخة قوية.

ثالثاً: أن العملية من أولها لآخرها كانت عملية شاقة مضنية لا يزاولها إلا الأشداء ذوو الخبرة والمران فتكلفهم غالياً من صحتهم ونظرهم، إذ تنهك جسومهم وتحط قواهم، فلا يعمر الرجل منهم أكثر من خمسين عاماً، ولم تكن الأجور مع ذلك مجزية، فلم يكن أجر رئيس العمال ليزيد عن جنيه

ونصف في الأسبوع (وأسبوعهم كان خمسة أيام يعمل في اليوم 12 ساعة أما نهارية أو ليلية).

ورأت صناعة الحديد المطاوع منقذها ورجلها سنة 1784 في هنري كورت الذي اخترع الفرن العاكس فحل لها صعوبتها الأولى والثانية حيث استطاع أن يستخدم الفحم الحجري كوقود، واستغنى كذلك عن تيار الهواء وآلاته النافخة.

وفي فرنه العاكس لا يسمح للوقود أن يختلط أو يلامس الحديد، بل أن الفرن ينقسم إلى قسمين أو إلى غرفتين، يفصل بينهما حائط غير كامل (لا يصل إلى السقف)، أحداهما يشتعل فيها الوقود والأخرى توضع على أرضها الشحنة من الحديد الزهر مع قشور من أكسيد الحديد، أما منفذ الغازات التي تخرج عن الحريق فلقد كان في نهاية غرفة الشحنة، وهي بهذا لا تخرج إلا بعد أن تتخطى الحاجز الفاصل بين الغرفتين وتمر على الشحنة فتصهرها، وتتولى قشور الأكسيد امدادها بالأوكسجين فيحترق ما فيها من الكربون وتتحول إلى الحديد المطاوع، والوقود (وهو الفحم الحجري هنا) لن يقارب الشحنة، بل يبقى في حجرته كامناً يحترق بعيداً عنها ويرسل بأنفاسه الحارة عبر الحاجز المرتفع، ومن ثم فلا ضير من شوائبه، والغازات حين تتدفق وتتدافع في كميات كبيرة لتصل إلى مخرجها في نهاية الغرفة الثانية، تغني عن النفخ والضغط.

ولم يكن هنرى كورت هو صاحب فكرة الفرن العاكس، فلقد تحدث عنها بعض رجال الحديد القدامى من قبله حديثاً مبهماً مقتضباً، إلا أنه كان أول من تمثل الفكرة وحققها وأخرجها إلى حيز الوجود في عالم الإنتاج

والصناعة، ولم يكن هذا الفرن هو كل ما تمخضت عنه عبقرية هذا الرجل الفذ، بل أن اختراعه الثاني الذي تحدث عنه في نفس براءة الاختراع السابقة، كان لا يقل نفعاً ومجداً لصناعة الحديد عن فرنه العاكس أن لم يزد، وهذا الاختراع عبارة عن آلة تشكيل الحديد إلى القضبان، اسطوانتين حديديتين حفرت على سطحها قنوات ذات أعماق مختلفة، وحين تدور هاتان الاسطوانتان ويجري الحديد الحامي اللين بينهما ينساب من هذه القنوات على شكل قضبان طويلة فيوفر على صناع الحديد عملهم الشاق المضني في طرق كتل الحديد إلى القضبان المتناسقة.

ورغما عن مجد هذا الرجل وعبقريته وما أدى لصناعة الحديد من خدمات، وما قدم لها من أيادي بيضاء فتح بها صفحة العز والمجد للحديد المطاوع، فلقد كانت حياته قصة حزينة بائسة، انفق هذا الرجل العالم كل ما يملك من ثروة (تقدر بعشرين ألف جنيه) في سبيل أبحاثه ومخترعاته، حتى اعوزه المال ليقوم بإدارة مصنعه الذى كان مرتبطاً بعقود مع البحرية البريطانية لتزويدها بالقضبان الحديدية، وتقدم أحد رجال البحرية فاقرضه مبلغ 27 ألف جنيه مما في عهدته من مال البحرية ليدير مصنعه ويفي بالتزاماته، وحين وفاة رجل البحرية عام 1789 اكتشف هذا المبلغ المختلس الذي اقترضه كورت، ومن ثم صودرت أملاك كورت مع أملاك الرجل وفاء للمبلغ، وانتقلت به الظروف من سيء إلى أسوأ، وتنكر له أقرب الناس إليه، وأخذوا ينهبون حقوقه حتى اضطر كورت العظيم أن يستجدي الحكومة في معاش يحفظ عليه الحياة، فأمرت له بمبلغ 160 جنيهاً في العام، عاش بها عيشة الضنك والحسرة حتى وافاه أجله عام

1800، وترك زوجة لا حول لها ولا سند، ذاقت الهوان والذلة مدى عامين كاملين حتى أعانتها الحكومة بمائة جنيه معاشاً سنوياً.

وأتى من بعد كورت رجل آخر هو جيمس نازميث كان له الفضل فيما استحدثه على عملية طرق الحديد بعد أن يخرج من الفرن العاكس حتى يلفظ عنه الخبث، وأول عمليات الطرق القديمة كانت تعتمد على سواعد العمال وقوتها بما يرفعون من المطارق الثقيلة ليهووا بها تباعاً على الحديد المحمي، ثم تخلص الإنسان من هذه العملية الشاقة المتعبة التي تكل سواعده في عمل بطيء ثقيل حين وفق إلى استخدام الماء الجاري ليدير ساقية ترتفع برأس المطرقة وتهوي بها على الحديد، وأصاب من ذلك نجاحاً كبيراً فلقد بلغ وزن رأس المطرقة آنذاك 250 كيلو جراماً وبلغت طرقاتها 150 طرقة في الدقيقة، واستتبع ذلك أن تقوم مصانع الحديد بجوار مجاري الماء أو تمد بقنواته، وحين اخترع جيمس وات آلته البخارية فكر في أن يستخدم القوة الجديدة (قوة البخار) في هذه المطارق الحديدية، وكان ذلك عام 1780 إلا أن الفكرة لم تخرج عن نطاق الرأي والمذكرات، ونامت طويلاً حتى أيقظها نازميث عام 1839 فدرسها وبحثها ورسم تفصيلاتها، وقبل أن يخرجها إلى حيز التنفيذ تسلل أحد الناس إلى مذكراته وسرق الفكرة وتصميمها حيث أعطاها لأحد المصانع الفرنسية الكبرى، فبنت أول مطرقة تعمل بالبخار، سرقتها من مجهود نازميث وعبقريته.

ثم انتشر الاختراع بسرعة كبيرة، وأخذت المطارق البخارية تدخل إلى صناعة الحديد، ولم يعد لزاماً على هذه المصانع أن تبحث عن جداول الماء وقنواته، بل كان النصر الآلي لقوة البخار، وكانت المطرقة البخارية

مفردة أول الأمر، ترفعها قوة البخار ثم تتركها فتهوى بثقلها فوق الحديد، وسرعان ما ازدوج عملها، وجعل البخار يرفعها إلى أعلى ويضغط عليها عند النزول فتتضاعف قوة ضرباتها وتشتد، وأخذت رأس المطرقة تكبر وتثقل حتى بلغت 150 طناً. ولما كانت قوة الضربة من المطرقة تعادل وزن رأسها مائة مرة (هذا إذا سقطت الرأس وحدها، أما إذا دفعها البخار فإن هذه القوة تزداد وتتضاعف كثيراً) لذا كان لابد للقاعدة التي تحمل السندان من مرونة تتحمل معها قسوة هذه الضربات دون أن تتهشم، وبالتالي لا تسمح بزيادة وزن الرأس بعد ذلك زيادة كبيرة، ومع ما بلغته هذه المطارق الجديدة من قوة وشدة إلا أنها أساس قياداً من سابقتها، بحيث يمكن أن تعدل قوة الضربات وترددها حسب الحديد المطروق ونوعه، واستطاعت المصانع أن تطرق حديداً هشاً كانت المطارق القديمة تحطمه وتفتته.

وهكذا شبت صناعة الحديد وترعرعت وخرجت عن الطوق حين دخلها الفحم الحجري، وأخذ الرجال العاكفون الصابرون ينفخون فيها من شبابهم ودمائهم، ويبذلون من الجهود المضنية المتصلة حتى ترعرع النبت ونضجت الثمار، ولم يجن الكثير منهم سوى العرق والدموع، يعاني البؤس والتشرد وتمزق قلبه الحسرات والآهات، وهو الذي منح المدنية والحضارة الوفرة والعزة والتقدم؛ وهذا شأن العلماء يحترقون بعلمهم ليضيئوا جنبات الكون ويغمروها بفيض من النور والمعرفة، يفتح لها آفاق الرفعة والمجد، واهبين شبابهم وكدهم لوجه العلم خالصاً لا ينتظرون جزاء ولا شكوراً.

الفصل الرابع

رجال الفولاذ

وشهد النصف الثاني من القرن التاسع عشر صناعة الحديد وهي تدرج من عهد الصبا إلى عصر الشباب بقوته وعزته وجبروته... عصر الفولاذ.

وليس الفولاذ أو الصلب سوى حديد قد امتزجت به نسبة صغيرة من الكربون، إذ أن معدن الحديد وحده معدن لين مرن وهو أقرب ما يكون إلى ما نعرفه بالحديد المطاوع الذي يسهل ثنيه وتشكيله، وكما تحول الخميرة العجين إلى الخبز، كذلك الكربون، فدخوله بنسبة ضئيلة إلى ثنايا الحديد يكسبه قوة وبأساً ويحوله إلى ذلك المعدن القاسي الصلب، وتتراوح نسبته في الفولاذ بين 0.1% إلى 1.5% أما إذا زادت هذه النسبة لتصل إلى 4% فإن الحديد يتحول إلى معدن هش سهل الكسر وهو ما يعرف بالحديد الزهر.

وواضح من هذا أن الفولاذ هو مرحلة وسط بين الحديد المطاوع الذي يحتوي على نسبة ضئيلة من الكربون والحديد الزهر المشبع بالكربون، ونحن نستطيع أن نحصل على هذا الفولاذ أما بأن نضيف القليل من الكربون إلى الحديد المطاوع، أو نأخذ من الزهر بعضاً من كربونه الزائد حتى تنخفض نسبته إلى الحد المناسب للفولاذ.

وليس القرن التاسع عشر هو أول من شهد الصلب وصناعته، فلقد عرف الصلب منذ أزمان بعيدة، وأول صناعة للصلب يذكرها التاريخ هي صناعة الصلب الهندي الشهير الذي كان يحمل إلى دمشق حيث يتولى طرقه وتشكيله صناع مهرة إلى السيوف المهندة البتارة، التي اشتهرت بها دمشق وطبقت شهرتها الآفاق بعد الحروب الصليبية المعروفة في القرن الثاني عشر، وكانوا يصنعون هذا الصلب في حيدر أباد في الهند، وكان فرنهم الذي يستخلصون فيه الحديد من خامة فرن بدائي بسيط، أشبه شيء بالمخروط، لا يرتفع لأكثر من أربعة أقدام وبأسفله فتحة يسدونها بالطين أو يتحونها لإخراج كتلة الحديد بعد استخلاصها، وقريباً من القاع تنفذ انبوبتان من الطين أيضاً تتصلان بمنفاخين من الجلد يجلبان تياراً من الهواء. وفي هذا الفرن البدائي يشعلون وقودهم من الفحم النباتي حتى إذا حمى الفرن أضافوا قطع خام الحديد، وكلما لانت ونقص الفرن أكملوا امتلاءه، والحديد لا ينصهر أو يسيل فإن الحرارة في هذا الفرن أضعف من أن تصل به إلى درجة الانصهار، وهو بهذا لا يمتص الكربون أو يذيبه، وهم يسحبون الخبث بين آونة وأخرى من فتحة من جانب الفرن يسدونها هي الأخرى بالطين حتى إذا تمت العملية أخذت كتلة الحديد اللينة من الفتحة السفلى وتوالى عليها طرق عنيف ليخرج الخبث ويصنعون الحديد المطاوع.

ولم تكن تلك الطرق البدائية من الاقتصاد في شيء، بل كان هناك ضياع للكثير من الوقود وكثير من الحديد، فكل طن من المعدن كان في حاجة إلى **14** طن من الفحم النباتي لاستخراجه، وكان خامهم من (الماجنتيت) أجود أنواع الخام، يحتوي على **72%** من المعدن فلا يظفرون

منه بسوى 14% من الحديد المطاوع والباقي يذهب هباء في الخبث. ولكي يصنعوا هذا الحديد إلى الصلب كانوا يكسرونه إلى قطع صغيرة يضعونها في بوادق من الطين تسع الواحدة رطلين فقط ومعها ما يقرب من عشر وزنها من شظايا الخشب، ثم تغطى ببعض من ورق الأشجار ويحكم غلق هذه البوادق بالطين، وترص فوق بعضها على هيئة مخروط داخل فرن صغير ويحمى عليها بوقود من الفحم النباتى في تيار من الهواء لمدة ساعتين ونصف، يمتص فيها الحديد المطاوع الذي لا كربون فيه بعضاً من الكربون من الخشب والأوراق المتفحمة، وتترك البوادق بعد ذلك لتبرد ثم تكسر وتؤخذ منها كتل الصلب الصغيرة، ولكي يتم صنع الصلب الجيد، تسخن هذه الكتل لعدة ساعات لدرجة أقل من انصهارها قليلاً، تقلب في أثنائها في تيار من الهواء يخرج من منافخ قوية حتى يطرد ما قد يزيد عن الحاجة من الكربون، وأخيراً تطرق إلى قضبان قصيرة تعد للبيع والتصدير.

تلك كانت الطريقة الشرقية الشهيرة لصنع الصلب بإضافة القدر المناسب من الكربون إلى الحديد المطاوع، أما الطريقة الأخرى فلقد لجأ إليها الذين قويت أفرانهم فيما بعد، واشتدت حرارتها فصهرت الحديد واخرجت سائلاً حامياً يحتوى على 4% من الكربون وهو الحديد الزهر. وكانت ستيريا **Styria** وكارنتيا **Carinthia** بالنمسا أشهر اسمين في أوروبا لإنتاج الصلب الفاخر في العصور الوسطى. ويصف الدكتور برسى في كتابه الكبير "علم التعدين" الذي ألفه عام 1860 الطريقة القديمة لصنع الصلب في تلك البلاد كما شاهدها، فهم يخلطون أنواعاً مختلفة من الحديد الزهر مع بعض الفحم النباتي ويغطونها ببعض قشور من صدأ

الحديد وخبثه، ثم يسخنونها في فرن يمر فيه تيار قوى من الهواء، وحينما ترتفع الحرارة يأخذ كربون الزهر في الاحتراق فيحمله تيار الهواء إلى الخارج، وكلما لانت الشحنة أضافوا إليها قطعاً أخرى من الزهر وأخذوا في تقليبها، وهم يحكمون على تمام العملية من تقليبهم للعجينة وقوامها وبشكل اللهب الذي يخرج من الفرن، وكانت تستغرق من 7 إلى 8 ساعات في المتوسط.

ولم تكن تلك الطريقة بالمنتجة أو المجزية، فالعمل الشاق المضني الذى يستمر ستة أيام في الأسبوع، في كل يوم 12 ساعة، لا ينتج في المصنع أكثر من طنين من الصلب، وبهذا القدر الضئيل من المصانع القليلة في هاتين المنطقتين كانت تأخذ دول أوربا بما في ذلك بريطانيا حاجتها من الصلب، وإلى جوار ما تأخذه البلاد الانجليزية من هذا الصلب كانت تصنع القليل بطريقة بدائية تتخللها الخرافة والسحر والشعوذة، إذ يمررون الحديد المطاوع تسع مرات خلال نار يوقدونها في خليط من الفحم النباتي والقرون والحوافر والعظام، ويتمتمون في أثناء ذلك بأدعيتهم وصلاتهم للقديس دنستان، وكان من الطبيعي أن يمتص الحديد كربونه من هذا الخليط المتفحم ليتحول إلى الصلب، وكان المثل الانجليزي القديم يقول: "أن أشد الأشياء صلابة في العالم ثلاث، قطعة من حجر الصوان، وصلب النيران التسعة، وقلب البخيل".

وحين انتصف القرن السابع عشر وفهم الناس الأساس الذي تقوم عليه طريقة النيران التسعة، وبأنها ليست سوى إضافة بعض من الكربون

إلى الحديد المطاوع، وليس ثمة ضرورة لهذا المخلوط العجيب من الحوافر والقرون، ولا إلى تلك الأدعية للأطهار والقديسين، عدلت تلك الطريقة ونزعت عنها الخرافات، واستقرت على الأسس العملية الحقيقية، وانتشرت في ربوع أوروبا بما في ذلك انجلترا، ونافست في ذلك الطريقة الأوروبية القديمة، طريقة ستيريا وكارنثيا.

وتتلخص الطريقة الجديدة في أنهم يرصون قضبان الحديد المطاوع مع الفحم النباتي في بوادق بحيث يحيط الفحم بكل قضيب من جميع نواحيه، ثم يحمون غلق هذه البوادق ويرصونها في الفرن ومن ثم يحمون عليها النار تدريجياً مدى يومين أو ثلاثة حتى تصل إلى درجة الإحمرار (800–1100 درجة مئوية)، وتبقى في هذا الحرارة الحامية لمدة تتراوح من 7 إلى 12 يوماً حسب حجم القضبان وحرارة الفرن ونوع الصلب المطلوب، وعند نهاية هذه الفترة يسحب أحد الضبان من ثقب في أحد البوادق ويجرى اختباره والحكم على الشحنة، وبعد ذلك يطفأ الفرن ويترك ليبرد (حوالي أسبوع) ثم يؤخذ الصلب من البوادق، وكانت العملية الواحدة تستغرق شهراً كاملاً، ينتج المصنع فيها مالاً يزيد عن عشرين طناً من قضبان الصلب، تكسر هذه القضبان إلى قطع صغيرة وتسخن ثم تطرق إلى قضيب واحد، وأحياناً يعاد تكسير هذا القضيب ويسخن مرة أخرى ثم يطرق من جديد لينتج صلباً أجود.

ثم انتصف القرن الثامن عشر فأتت جديدة أخرى على تلك الطريقة، أتت على يدى بنيامين هنتسمان أحد صناع الساعات في

شيفيلد، ولم تكن طرق تحضير الصلب وصناعته حتى ذلك الحين تعرف أسالته أو صهره، بل كانت جميعها تعالجه أثناء احمراره وليونته ومن ثم فلا مجال لانسيابه وصبه، وكان هنتسمان أول من أسأل الصلب وصبه في القوالب. ولم يكن اختراعه ونجاحه إلا في توفيقه إلى مادة يصنع منها أوعيته التي يصهر فيها الفولاذ.

وتتلخص طريقته في صنع هذه البوادق الجيدة في اختياره لأنواع خاصة من الطين الحراري يخلطها في نسب خاصة، ويتولى العمال هذا الخلط بأقدامهم العارية، يمزجونها ويدعكونها مدى عشر ساعات كاملة، ومن ثم تصنع البوادق من عجينة هذا المخلوط الطيني وتترك لتجف ثمانية أيام، تسخن بعدها تدريجياً حتى تصل إلى درجة الاحمرار، وحين تبرد تصير معدة للاستعمال، فيضعون فيها الصلب وتغطى بأقراص من نفس مادتها ثم ترص (من 40– 50 بودقة) في ثقوب داخل الفرن، ثم يحمى عليها حتى إذا سأل الصلب أضيف إليه خام المنجنيز، وتترك مدة نصف ساعة تحمل بعدها بماسك طويل ليصب منها الفولاذ المصهور. وعملية رفع البوادق هذه عملية من أشق العمليات، إذ يقف العامل قريباً من البودقة الحامية ويحفظ نفسه من الحرارة وعنفها بأن يلبس خيشاً مبتلا بالماء، ثم هو يرفع البودقة التي تزن أكثر من مائة رطل فيناولها إلى "الصباب" الذي يقف إلى جوار القوالب ليصب فيها الصهير الحامي. ورغما عن مشاق هذه الطريقة ومتاعبها، وما تكلفه من الجهود والمال فلقد لاقت الرواج والنجاح وأوفت بما تطلبه النهضة الصناعية آنذاك من فولاذ جيد لصنع الآلات الحديدية المطلوبة.

ولقد وفق هنتسمان إلى طريقته واختراعه، واحتفظ لنفسه بالسر لا يبوح به لأحد، وأخذ رجال الحديد يتحايلون ويتآمرون للحصول على السر النفيس، إلى أن اضطر أحدهم إلى أن يتنكر في زى شحاذ وطرق باب هنتسمان في إحدى الليالي المرعدة القاسية، وسأله الحماية والضيافة، وفتح الرجل الطيب بابه ليدخل الضيف الماكر وليخرج السر الدفين.

وانطوى قرن من الزمان وأتى منتصف القرن التاسع عشر والصلب لا يخرج عن كونه معدن غال نادر، لا يحصل عليه إلا بعد عمليات شاقة مضنية، طويلة الجهد بطيئة الإنتاج قليلة الجزاء. وأتى عام **1856** وهو يعد نقطة التحول في الحديد وصناعته حين دوى صوت بسمر في الجمعية البريطانية يقرأ بحثه الجديد للتخلص من الكربون في الحديد الزهر، فقفز الفولاذ من الصعوبة والندرة وتقدم المعادن كلها حتى صار أكثرها شيوعاً وأكبرها فائدة ونفعاً.

ولدى هنرى بسمر **Henry Bessemer** عام **1813** في قرية شارلتون بانجلترا، لأب فرنسي كان قد هاجر من بلاده حين اندلعت نيران الثورة الفرنسية. وكان أبوه من أمهر الحفارين في دار سك النقود الفرنسية، فلما رحل إلى انجلترا أقام حانوتاً صغيراً لعمل السلاسل الذهبية، ثم تحول إلى مصنع لسبك الحروف المعدنية، هذا المصنع الذي شهد طفولة هنري وشغفه بالعمل وحب الاستطلاع.

ولقد بدت مخايل العبقرية والذكاء على الفتى الصغير منذ نعومة أظفاره، فسجل أول اختراع له في سن الخامسة عشرة، وتوالت من بعد

ذلك أبحاثه واختراعاته في ميادين شتى، في البرونز والزجاج والسكر وصناعة النسيج، درت عليه أرباحاً وفيرة في صدر شبابه، ثم استدار الرجل الخبير ليوجه عنايته وأبحاثه للحديد وصناعته، فلقد أراد أن يصلح من شأن مدافع الميدان وقدرتها على الضرب، ووجد أن ذلك يتوقف على تحسين معدنها وتقوية حديدها، وعرض على رجال الحرب في انجلترا خدماته وخبرته، فلم يجد منهم أذناً صاغية، فعبر البحر إلى فرنسا حيث تلقته حكومة نابليون الثالث بالترحاب، ومدت له يد العون وزودته بكل ما ييسر عمله ويعينه على تجاربه، وبدأ يقيم فرناً كبيراً للحديد بمدينة رويل قدر له إلا يتم أبداً، فلقد شغلته حادثة عارضة في إحدى تجاربه بانجلترا حولت نظره عن الفرن وبنائه وفتحت أمام هذه الشعلة العبقرية بابا سحرياً أفضى به إلى طريق الفوز والمجد فكان اختراعه العظيم.

كان ذلك في لندن وهو يجري تجاربه لتحسين الفرن العاكس الذي اخترعه هنري كورت، إذ زود غرفة الشحنة بتيار من الهواء يساعد على حرق الغازات وشدة الحرارة، وهو يصف تلك الحادثة بقوله: "ولفتت نظرى بعض قطع الحديد الغفل على إحدى الجنبات لا تلين ولا تنصهر في حرارة الفرن الكبيرة، فدفعت بهواء أكثر إلى الفرن حتى تشتد الحرازة وتعنف، وبعد نصف ساعة فتحت باب الفرن لأجد قطعتين من هذا الحديد الغفل لم تسيلا بعد، فتناولت قضيباً من الحديد لادفعهما داخل الفرن فتبينت أنهما صفيحتان رقيقتان من الحديد الذي فقد كربونه، مما يدل على أن الهواء الجوى وحده قادر على انتزاع الكربون من الحديد

الغفل ليحوله إلى الحديد المطاوع، دون ما حاجة إلى الأفران العاكسة أو غيرها".

ولم تكن تلك الملاحظة الصغيرة لتغفل عنها عين ذلك الخبير الألمعي، بل كانت مفتاحاً فتح له مغاليق أبواب كثيرة، فأخذ بودقة بها حوالي عشرة أرطال من صهير الحديد الغفل، وضع فيها انبوبة نفخ، ثم أرسل تياراً من الهواء خلال الصهير، فلفظ الحديد عنه كربونه وتحو إلى حديد مطاوع ونجحت التجربة، وكان بسمر يحمي النار على بودقته حتى يحفظ حديده سائلاً، ثم فكر مرة أخرى لماذا لا يستغنى عن هذه النار، فالكربون حين يتحد مع أوكسجين الهواء ليخرج كغاز ثاني أكسيد الكربون يولد الحرارة، فما عليه إذن إلا أن ينفخ الهواء في سائل الحديد، ومع النفخ واحتراق الكربون تأتي الحرارة التي تحفظ الشحنة منصهرة سائلة، ثم أتت بعد ذلك الخطوة الكبرى، وهي أن يصمم "محولاً" تتم فيه مثل هذه العملية بشكل صناعي عملي، وكان جهازه الأول عبارة عن اسطوانه عمودية طولها أربعة أقدام، وبأسفلها قريباً من القاع ستة ثقوب ينفخ منها الهواء، وهو يصف أقسى وأعنف تجربة مرت به في حياته حينما وضع محوله الأول للعمل:

"... وحين تم الاستعداد، نفخت بتيار من الهواء ضغطه من 10-15 رطلاً خلال الشحنة التي كانت تزن ثلث طن تقريباً، ومزت عشر دقائق هادئة كانت الغازات الحارة يصحبها بعض الشرر تخرج عن فوهة الاسطوانة، وفجأة حدث تغير سريع، فلقد استهلك عنصر السليكون

الذي في الشحنة أولاً، ثم جاء دور الكربون ليحترق في تيار الأوكسجين الآتي من الهواء، واشتد الشرر وارتفع، وخرج لهب أبيض هائل، ثم تتابعت الانفجارات تقذف بالخبث المصهور وقطرات المعدن الحامى إلى ارتفاع بعيد، وانقلب الجهاز إلى بركان عنيف في أبان ثورته، ولم يستطع أحد أن يقترب من المحول ليوقف تيار الهواء، وخشيناً على السقف الذي كانت تغطيه ألواح من الزنك من أن يشتعل بما يقع عليه من تلك الحمم المصهورة، ووقفت مأخوذا أشاهد تلك الرؤيا المفزعة التي لم أكن أتوقع شيئاً من مشاهدها العنيفة، ثم انقضت عشر دقائق أخرى وسكنت الفورة وخمد اللهيب وتمت العملية. وحين أخذنا ما نتج من الحديد وصببناه، وجدناه قد فقد كربونه، وتحول إلى حديد مطاوع".

وحين اكتملت التجربة ورآها جورج رنيه أحد أصدقاء بسمر المهندسين، دفع بصديقه إلى أن يعلن اختراعه ويقرأ بحثه في الجمعية البريطانية، وانتهى بسمر من قراءه بحثه وساد المستمعين وجوم وتردد قطعه المستر نازميث بقوله: "لقد استمعت إلى هذا البحث المتمع بمزيج من الآسى والتحمس، أما الآسى فشعور طبيعي لا يملك الإنسان رده حين يرى آخر قد تفوق عليه وسبقه فيما يقوم به من التجارب والأعمال (كان نازميث يقوم بمحاولاته لاستخدام البخار لانتزاع الكربون في الفرن العاكس) ولا اكتمكم أيها السادة أنني لن أتردد في أن أذهب إلى منزلي فوراً لأمزق ما أقوم به من الأبحاث، وأما التحمس فلأنى لا أملك إلا الإعجاب والفخر بتلك العبقرية التي تفتقت عن مثل هذا الاختراع

العظيم، وأني انتهز هذه الفرصة لأؤكد موافقتي على الأسس التي وصفها بسمر".

وأخذ الناس يتمعنون في الحديث الجديد فتفقهوا فائدته وأدركوا انفعه، وأسرع أحدهم إلى بسمر في نفس العام يعرض عليه 50.000 جنيه ثمناً لاختراعه فرفض بسمر وهو يقول: "إذا قدر لاختراعي أن ينتقل من ميدان التجربة إلى ميدان الصناعة بنجاح، وهذا ما لا أشك فيه، فسوف يحدث انقلاباً كبيراً في صناعة الحديد في العالم أجمع". ثم تدفقت الطلبات على بسمر تطلب الترخيص باستعمال طريقته الجديدة، فإذن بسمر، وأخذت مصانع كثيرة في أنحاء بريطانيا تجرب الاختراع المبتكر، فلم تنجح منها واحدة، بل كان الأخفاق والفشل تأمين مطبقين، والمعدن يخرج من المحول وقد زاد سوءاً وضعفاً، وأتهم بسمر بأنه دجال مخرف، قد أوقع برجال الحديد في شباك نصبه واحتياله ليفسد عليهم أعمالهم ويبتز أموالهم. ويكتب الرجل العنيد في مذكراته عن تلك الفترة الحالكة فيقول: "كانت الصدمة قوية عنيفة، استطار لها لبى، وكدت أفقد معها الصواب، غير أني لم أفقد الثقة في اختراعي أبداً، بل كنت اعتقد دائماً بأن الأمور لابد وأن تنجلي، وكنت أشعر بإيمان عميق بأن أساس فكرتي الجديدة سليم لا سبيل إلى خطئه أو كذبه".

وقام الرجل الجبار من غمرة الحزن واليأس لينهض من جديد. وترك لزوجته عشرة آلاف جنيه لتقوم باود أسرته وأولاده، واعتزم أن ينفق ما تبقى من ثروته ليحل تلك المشكلة العويصة، وكان أهم ما يشغل باله ذلك

السؤال: "لماذا نجحت التجربة الأولى، وأخفقت ما بعدها من التجارب؟". وأيقن أنه لو استطاع أن يحل هذا السر لوفق إلى إصلاح طريقته ومحوله الجديد..

وأخذ يتقصى مصدر حديده الأول حتى علم أنه ليس من انجلترا بل هو مستورد من السويد، فلجأ إلى أحد الكيميائيين يحلل له خامات الحديد السويدية ويقارنها بالخامات الإنجليزية، وأي الفضائل تمتاز بها الخامات الأولى فتنجح فيها التجربة ويصح معها المحول، بيما تفتقر إليها خامات بلاده فتسيء إلى فكرته واختراعه، إلى أن وقع على السر، فكان هو عنصر الفوسفور اللعين، خلت منه الخامات السويدية فصح حديدها، وتلوثت به الخامات الإنجليزية ففسد أمرها، ومحوله حين ينتزع السيلكون والكربون لا يقوى على الفوسفور، بل يبقى في ثنايا الحديد الناتج فيسبب ضعفه وهشاشته، وأخذ بسمر يبذل من الجهد والوقت والمال، ويواصل الليل بالنهار عاكفاً دارساً ليتغلب على هذه النقيصة وليعالج هذا الداء الخبيث. ومرت الأيام استطال الزمن. وانفق عامين كاملين دون أن يوفق إلى الدواء، وغلبه العدو على أمره فتحاشاه، وقال بأن طريقته إنما جعلت للحديد الخالى من الفوسفور، ولا خير فيها إذا وجد هذا العدو الدخيل، وفوض أمره إلى الله، وأخذ يسأل السويد خاماتها النبيلة فيخرج منها أجود أنواع الحديد مطاوعاً وفولاذا.

إلا أن الوصمة التى علقت به أثر فشله الأول لم يمنحها هذا النجاح، ولم يعره رجال الحديد التفاتا، بل اصموا آذانهم عن أن يحاولوا

ويجربوا، فلم يكن أمام بسمر بد من أن يعتمد على نفسه، وأقام مصنعاً في شيفيلد أخذ يخرج مختلف القطع والآلات الحديدية، وأفزع رجال الحديد حين هبط بالسعر هبوطاً كبيراً، وفى عام **1861** بدأ يصنع مدافعه الفولاذية. وكثر الطلب عليها من بلجيكا وفرنسا وروسيا وغيرها من الدول، بينما الجيش البريطاني يرفض قبول المدافع الجديدة، واشتد النزاع بين بسمر والمشرف على تزويد الجيش البريطاني بالأسلحة، انتهى باقصاء هذا المشرف عن منصبه عام **1863** وإلغاء العقود الغالية المرتفعة التي أبرمها مع أحد المصانع التي كانت تصنع أسلحتها من الحديد المطاوع، ومن ثم فتح الباب لبسمر وفولاذه المتين ليدخل إلى الأسلحة والمهمات الانجليزية، أما البحرية البريطانية فكانت أصلب عودا وأكثر رجعية من الجيش، ولم تشأ إحلال الصلب الجديد محل الحديد المطاوع فى بواخرها وقطعها حتى عام **1875**، حينما أسرع الفرنسيون في العمل بالمعدن الجديد لبناء ثلاث سفن حربية أوشكت على التمام في ذلك العام، فأفاقت البحرية العتيقة لتأخذ بالدين الجديد.

وأثبت الفولاذ تفوقه وكماله على الحديد المطاوع، فاستعماله في البواخر والقطع الحديدية قد وفر عليها **20%** من الحديد، وقضبان الفولاذ تعمر قدر القضبان الحديدية الأخرى عشرين مرة، واستخدم في الغلايات فأمكن مع متانته وقوته أن ترق جدرها فاقتصد في استعمال الوقود، ومع ذلك تحملت ضغوطاً أكبر، واشتد الإقبال على الصلب، أحسن المعادن واكبرها كفاية ومقدرة، وأقلها عيوباً وتكلفة، وسيدها لبناء الحضارة الآلية الحديثة، وما أتى عام **1865** حتى كان محول بسمر يجد

طريقة إلى ألمانيا وفرنسا وحتى ستيريا، مهد الصلب الأوروبي القديم، وعبر المحيط الأطلنطي إلى القارة الجديدة لينضج تلك الخامات الحديدية الهائلة في منطقة بحيرة سوبريور فيكتب للقارة الوليدة العز والمجد والتقدم، ففي عام **1865** انتجت أمريكا ألف طن من الصلب، وقفز إنتاجها في عام **1880** إلى **1.047.000** طناً ففاقت انجلترا بثلاثة آلاف طن، ومنذ ذلك الحين احتفظت أمريكا بقصب السبق، وهكذا نجح بسمر العظيم في أن يسجل نفسه بين أشهر وأخلد الأسماء في تاريخ الحديد وصناعته، إذ خط بمحوله وصلبه صفحة جديدة في مجد الحديد، وأرسى بذلك أسساً قوية تقوم عليها حضارة القرن العشرين.

ولم يقنع بسمر بهذا الفتح الكبير في عالم الحديد، بل أخذت عبقريته وذكاؤه المتقد يفحصان ويدرسان وينفذان إلى كثير من ميادين العلم والعمل، ففي عام **1869** اتجه إلى التصميم والهندسة فبنى باخرة جميلة، وبحث بعد ذلك في الماس وتهذيبه وسجل كثيراً من التحسينات في طرق قطعه وتلميعه، وأقام لحفيده مصنعاً لصقل الماس، وتفحص العدسات والآلات البصرية ودرسها وركب لنفسه تلسكوباً فلكياً. وهكذا سجلت تلك العبقرية الفذة **117** اختراعا خلال عمر طويل حافل بدأ في عام **1838** وهو ما يزال فتى في الخامسة عشرة ولم تنته إلا عام **1898** حين طواه الموت.

إلا أن بسمر لم يغمض جفنيه إلا بعد أن رأى هزيمة عدوه اللدود (الفوسفور) وشهد شاباً متواضعاً يدحره ويتغلب عليه؛ وأتى ذلك على

يدي سدني توماس، الشاب الفقير العليل. وكان الفتى توماس يعمل كاتباً في إحدى المحاكم بلندن، يقضي سحابة يومه يخط المحاضر والأقوال، ويقصد في مسائه إلى بعض المعاهد العلمية يتلقى دروس الكيمياء، ثم يمضي بعد ذلك إلى منزله حيث معمله الصغير يجري فيه من التجارب والأبحاث حتى ساعة متأخرة من الليل، واستطاع الفتى المجد أن ينجح في جميع ما تقدم له من الامتحانات لينال الشهادة في علم التعدين، إلا أنها حرمت عليه إذ لم تكتمل له نسبة الحضور المقدرة للمحاضرات النهارية، غير أن هذا الحرمان لم يفت في عضده ولم يهن من عزيمته أو يضعف من روحه، بل مضى بزاول تجاربه التي شغف بها وكيميائه التي أغرم بأبحاثها، وانكب على كتبه وأوراقه ومعمله يواصل الليل بالنهار، ويضيع فيها ساعات فراغه ويصرف القليل من أجازاته في زيارة مصانع الحديد في كل مكان. وكاد العلم أن يخسر توماس حين عرضت عليه وظيفة كيماوي في مصنع للبيرة عام **1873** بمرتب مغر، إلا أنه رفضها وهو الفتى الفقير المجدب، إذ عافت نفسه أن تقرب الخمور أو تبحث فيها.

وفي عام **1870** آل على نفسه أن يحل مشكلة بسمر المستعصية، ورأى توماس أنه لو استطاع أن يبطن هذا المحول بمادة تتحد مع الفوسفور وتربطه إليها لأمكن التغلب على هذا العدو اللعين، وكانت المعضلة في اختيار هذه البطانة التي تتحد مع الفوسفور ولا تتأثر بتلك الحرارة العالية في المحول، ووفقت تجارب توماس الشاقة المضنية يساعده فيها ابن عم له يدعي برسى جلكريست يعمل كيماويا في أحد مصانع الحديد، إلى اختيار حجر الجير، ثم حجر الجير الماغنسيومي، وفي عام **1878** أعلن توماس في

إحدى اجتماعات معهد الحديد والصلب ببريطانيا أنه قد نجح في تخليص الحديد من فوسفوره في محول بسمر فلم يلق إليه أحد بالا، وقوبل بالزراية والاستخفاف، وعاد المخترع المسكين إلى مقعد الكاتب الحقير ليشغله سنة أخرى، وفى عام **1879** اقتنع مدير أحد مصانع الحديد بالفكرة ورأى أن يقوم بالتجربة، وكان النجاح والفوز المبين، وفي الشهر التالي قرئت القصة وتفاصيلها من جديد في معهد الصلب والحديد، إلا أنها في هذه المرة قابلت آذاناً صاغية، وجذبت اهتمام رجال الحديد فاسرعوا يطبقونها ويفيدون من مزاياها، غير أن العمل الشاق والجهود المتواصلة العنيفة أثرت على صحة توماس المسكين فمات أعزبا وحيداً عام **1885** في سن الخامسة والثلاثين.

واتسعت تلك الحقبة المباركة في تاريخ الحديد (النصف الثاني من القرن التاسع عشر) لأسرة ألمانية كريمة لتساهم بنصيبها الأوفى في صناعة الصلب، وتدفع بها قدماً إلى العزة والوفرة والكمال ولئن كان محول بسمر فتحا جديداً في صناعة الصلب حيث يدفع بالهواء خلال الصهير الحامة، فإن طريقته أبعد من أن يتحكم فيها الإنسان أو يضبطها أو يشرف على خطواتها، حتى اتى آل سيمنز ووفقوا بدراستهم وتجاربهم إلى بناء فرنهم المفتوح الذي تسهل مراقبته وتتبع خطوات عملياته خطوة خطوة فتكيف الشحنة وتعدل حسب الحال والطلب.

وكانت أسرة سيمنز تقيم بمدينة هانوفر بألمانيا، حيث تلقى الأخوة الثلاث كارل وفرنر وفردريك علومهم الهندسية، ثم التحق الأولان بمصنع

ستولبرج واخذا يدرسان إحدى العمليات الكيميائية التي استحدثت في ذلك الحين وهي عملية الترسي الكهربائي، واستطاعا أن يدخلا عليها الكثير من التحسينات، ثم هاجرا إلى انجلترا عام **1843** حيث باعا ما استحدثاه في الترسيب الكهربائي بمبلغ **1600** جنيهاً، واستقالاً من مصنعهما وإقاماً في لندن، وطلا يقومان ببحوثهما وتجاربهما خلال ست سنوات حتى نفذ معينهما من المال، وأخذا يعدان العدة للرحيل إلى أمريكا، لكن فرجة من الأمل استبانت لهما فتخليا عن الهجرة، وفى عام **1851** انتشلهما من الفقر والفاقة اختراع جديد هو "عداد ماء" يجمع بين دقة القياس ورخص الثمن، وحينما استقر بهما الحال وهدأت الأمور اقبلا على أعمالهما وأبحاثهما الهندسية، وسرعان ما ثبتت عندهما فكرة اقتصادية جميلة كانت هي البادرة الأولى لاختراعهما الكبير، وكان مدار بحثهما آلة بخارية تخرج عادمها من الأبخرة الساخنة، فلم يرضهما أن تذهب هذه الحرارة سدى وفكرا في الاستفادة من سخونة هذه الأبخرة، حيث تمر في مبدل حراري لتسخن المياه الذاهبة إلى غلاية الآلة، فبدلاً من أن تذهب إليهما باردة تكتسب بعضا من الحرارة لتصبح أقرب إلى الغليان وتوفر بذلك من الوقود المستعمل، ورغما عن أن فكرتهما لم تنجح في العمل مع الآلات البخارية إلا أنهما لم ييأسا بل حاولا تجربتها على الأفران، فكان أن صحت وبدأت أولى خطواتها العملية في عام **1856** في صناعة الزجاج وغيره من الصناعات، فلما أثبتت نفعها زحفت إلى الصناعة الكبرى، صناعة الحديد، ولقد ساهم في أرساء الفكرة وتطبيقها على الأفران الأخ الثالث فردريك. وبدلاً من استعمال الوقود الصلب من الفحم وغيره من

المواد فلا يعاني التسخين سوى الهواء المضغوط فقط، أخذوا يحرقونها حرقاً غير كامل ويأخذون عنها غازاتها القابلة للاشتعال وهذه يسخنونها ويرفعون حرارتها في المبدلات الحرارية ثم يدفعون بها وقودا غازياً في الأفران، وحين تم لهم ذلك أمكنهم أن يستعملوا كل أنواع الوقود مهما كان نوعها أو ساءت حالتها، حتى أن السويد استطاعت خلال الحرب العالمية الأخيرة أو ساءت حالتها، حتى أن السويد استطاعت خلال الحرب العالمية الأخيرة أن تستخدم القش في أفرانها، ولم يعد الفرن الجديد مجالاً للوقود، بل أن وقوده الغازي يأتي إليه عن طريق أنابيب تخرج من "المنتج الغازي" حيث يحترق الوقود ويخرج الخليط الغازي فيحمي عليه في المبدلات الحرارية بواسطة الغازات الحارة العادمة، ومن ثم يدفع إلى الفرن وقودا عظيماً يذيب الفولاذ، وفي براءة الاختراع التي حصل عليها أخوان سيمنز عام 1861 يقولون: "وهكذا تمكنا من أن نقوم بالعمليات التي لم تكن تتم إلا في أوان مغلقة.. في فرن مفتوح، واستطعنا أن نصهر الصوان وما هو أشد صلابة، وأن نسيل الفولاذ وغيره من المواد في فرن جديد مفتوح".

ولكن أخوان سيمنز لم يقدروا لفرنهم عملا سوى اسالة الصلب حتى يصلح للصب. وأتيح لعائلة فرنسية أخرى هي عائلة مارتن أن تقوم بدورها الكبير في الناحية العملية التطبيقية لهذا الفرن، فلقد بنى بيير واميل مارتن فرنا مفتوحا صنعا فيه الصلب عن طريق خليط من الحديد الغفل والحديد المطاوع، وهكذا دخل اسم مارتن إلى جوار سيمنز في الاختراع الجديد وأطلق على هذه الطريقة المستحدثة اسم "سيمنز– مارتن".

أما عن مقدرة هذه الأسرة الشهيرة (أسرة سيمنز) وما اقتحمته من ميادين العلم والهندسة فهي أكثر من أن نلم بها في هذه العجالة، ولقد كان هؤلاء الأخوة الأفذاذ مثال التواضع والأدب الجم، يخجل أحدهم من أن يتحدث عن نفسه بل ينسب كل الفضل والنجاح إلى أخوته، وأتى من بعدهم أخ رابع يدعي كارل ضرب بسهمه في ميدان الهندسة الكهربائية فكان أحد رجالها البارزين.

الفصل الخامس

المواد الخام

بعد أن تحدثنا عن قصة الحديد في التاريخ، نتتبع الآن خطوات قصة أخرى هي قصة هذا المعدن منذ أن أتى به الإنسان من صخور الأرض خاماً حجرياً إلى أن يخرج من مصانعه الكبرى آلات وأدوات حديدية نافعة.

والمقدمة الطبيعية لفصول هذه القصة هي أن نتحدث عن المواد الأولية التي تقف على عتبات مصانع الحديد قبل أن تدخل إلى أفرانه فتتزاوج وتتحد لتنتج المعدن النفيس.

والمواد الأولية اللازمة لصناعة الحديد أربعة: خام الحديد، وفحم الكوك، والحجر الجيري، والهواء.

خام الحديد:

في عام **1924** حاول عالمان أمريكيان هما كلارك وواشنجتون أن يقدرا نسبة العناصر الكيميائية الموجودة في القشرة الخارجية للكرة الأرضية والتى تنفذ إلى عمق عشرة أميال من سطح الأرض والتى قدراً وزنها (رقم **17** وأمامه **18** صفرا من الأطنان). وقاما بتحليل **5159** عينة من الصخور استحضراها من جميع بقاع العالم، ولا شك أن تقديرهما أبعد ما يكون عن

الدقة والتحديد إلا أنه يعطى فكرة تقريبية عن مقدار هذه العناصر في القشرة الأرضية، وأكبر هذه العناصر وجوداً فيها هو الاوكسجين الذى يزن 46.46% من وزن هذه القشرة. فهو يوجد في الغالبية العظمى من الصخور. ثم يأتي من بعده عنصر السليكون وهو المادة الأساسية في الرمل، كما أنه يدخل في تركيب كثير من الصخور ونسبته 27.61% وهكذا نرى أن ثلاثة أرباع القشرة من عنصري الأوكسجين والسليكون، وثالث هذه العناصر هو معدن الألمونيوم وهو مكون رئيسي لأنواع الطين المختلفة وهو يوجد بنسبة 8.07%. ثم يأتي من بعد ذلك الحديد، ومقداره في القشرة الأرضية 5.065 من وزنها، وقد يستضئل القاريء هذه النسبة، وقد يزيد عجبه ودهشته إذا علم أن الكثير من المعادن التي يقابلها في كل مكان والتى لا تخلو منها بقعة عامرة متحضرة كالنحاس والرصاص والقصدير والنيكل لا توجد ألا بنسب طفيفة تكاد لا تذكر، فالنحاس لا تتعدى نسبته في قشرة الأرض واحد من عشرة آلاف، والرصاص يكون جزءاً واحداً من خمسين ألف جزء من هذه القشرة.

إلا أن العبرة في المعدن وقيمته ليست بنسبة وفرته في القشرة الأرضية، فدون هذه الوفرة عوامل كثيرة تحد من استخلاصه واستغلاله، فالكثير من بقاع العالم من المتعذر، بل من المستحيل أن تصل إليها يد إنسان بالحصاد والاستغلال، كمناطق القطبين التي تغطيها الثلوج، وقيعان البحار والمحيطات، وأرض المناطق الاستوائية التي تغطيها الغابات الكثيفة المتزاحمة، وأرض الصحاري ومجاهل البلاد الشاسعة في أنحاء مختلفة من المعمورة، والمعدن لا يستغل اقتصادياً إلا إذا اكتشف خامة في مكان

تسهل إليه المواصلات، ويسهل اتصاله وربطه بالمدن الصناعية أو موانيء التصدير. ولابد للخام نفسه من أن يحتوي على نسبة معقولة من المعدن تسمح باستخلاصه وتعدينه، فليس المهم أن يكون العنصر وفيراً في قشرة الأرض، بل المهم أن يتركز في خام تمتليء به جيوب خاصة من الأرض حتى تصلح أن تكون مناجماً لهذا المعدن، وهذا هو الحال في الزنك والرصاص والنحاس والنيكل وغيرها، فرغما عن قلتها وضآلة نسبتها بين غيرها من العناصر إلا أنها كثيراً ما تتركز في خامات غنية تستحق التعدين، والعكس صحيح إذا تفرق المعدن وانتشر في مساحة واسعة مترامية الأطراف إذ يكون الحصول عليه غالي التكاليف كثير الجهد والعناء، ولا أدل على ذلك من أن ماء المحيطات يحتوى الميل المكعب منه على خمسة ملايين من الجنيهات ذهبا، هذه الملايين الخمسة منتشرة في دقائق صغيرة في تلك الكتلة الهائلة من الماء، ولقد حاول أحد العلماء الألمان (فرتز هاربر) عام 1918 الحصول على هذا الكنز من الماء فكانت تكاليفه خمسة أضعاف ثمنه.

والكثير من الصخور تحمل معدن الحديد، فإليه تعزي كثير من الألوان الصفراء والحمراء والبنية والخضراء في الطين والرمال وغيرها من الصخور، إذ هو كما يقولون "أهم ملون في جعبة الطبيعة" ليس فقط في عالم الأحجار بل في عالم الحيوان والنبات أيضاً، ورغما عن ذلك فإن ما يصلح من حديد الأرض للاستغلال جزء يسير جداً لا يزيد على واحد في المائة من حديد العالم، إذ أن خامات الحديد لا يحسن معها التعدين في الوقت الحاضر إذا قلت نسبة الحديد فيها عن 20%.

وخام الحديد صخر أرضي يختلف في لونه وشكله وتركيبه اختلافاً كبيراً، فهو أما أسود أو أحمر أو أصفر، وكتله تختلف في حجمها فقد تكون صغيرة أو كبيرة، وقد ترتفع نسبة الحديد في الخام الجيد إلى 70% وتقل في خاماته الرديئة إلى 20%، وإلى جوار الحديد الذي يوجد في الخام على هيئة أوكسيد في أغلب الأحيان. توجد شوائب أخرى يختلف نوعها وتتراوح كميتها حسب جودة الخام أو رداءته. وأجود خامات الحددي هو الماجنتيت الذي يحتوي على 70% من المعدن ويكاد يكون خلوا من عنصري الكبريت والفوسفور، وهما أهم الشوائب التي يحسب لها حساب كبير عند تعدين الحديد واستخلاصه، ثم يأتي من بعد ذلك خام الهيماتيت أو حجر الدم، وهو ذو لون أحمر قانى كلون الدم ومنه اشتق تسميته، وهذا الخام هو أهم الخامات وأوفرها في مصانع الحديد، وتقل نسبة الحديد فيه إلى 50% أما العنصران الضاران فنسبتهما ضئيلة. والليمونيت وهي الخامات الصفراء كما يستدل على ذلك من اسمها تأتي في المرتبة الثالثة من خامات الحديد، وأكسيد الحديد فيها متميىء فاكتسب بذلك اللون الأصفر، وأشهر حقول هذا الخام توجد في منطقة الالزاس واللورين الفرنسية ويبلغ متوسط الحديد فيها 35% ونسبة الفوسفور 1.7%، ومن خامات الحديد الرديئة خام السيديريت الانجليزي الذي يحتوي الحديد على هيئة كربونات الحديد وتتراوح نسبة المعدن فيه من 20 إلى 30% ونسبة الفوسفور 1%، وإلى جوار ذلك العديد من الخامات التي تختلف نوعاً وجودة وتتراوح بين الأمثلة السابقة. ومما يساعد على تعدين الخامات الرديئة واستغلالها اقتصادياً أن تكون قريبة من سطح الأرض غير بعيدة

عن مصانع الحديد، فتقل التكاليف الأولى لتعدينها وهي تكاليف القطع والنقل، حتى تتوازن مع ما ينفق عليها بعد ذلك لاستخلاص الحديد منها، إذ هي بلا شك أكثر نفقة وتكلفة لإنتاج الحديد من الخامات الغنية السخية بالمعدن، والخامات الفقيرة تستهلك محلياً ولا سبيل إلى نقلها والاتجار فيها وهذا هو الحال في صناعة الحديد الانجليزية، تستورد الخامات الجيدة التي تستحق أن ينفق عليها في الشراء والنقل، ولا تجد بأساً من استغلال خام بلادها الفقير الذي يرقد على سطح الأرض سهل القطع قريب المنال.

ولما كانت صناعة الحديد تقوم على مادتين أساسيتين هما خام الحديد والفحم، وهي تستنفد منهما كميات هائلة في فيض متصل لا يعرف التردد أو الوقوف، فالأصل أن تقوم هذه الصناعة حيث يتوافر الخامان، إلا أنهما في الغالب الأعم لا يتجاوران أو يتلازمان، لذا كانت صناعة الحديد غالباً ما تستقر إلى جوار إحدى المادتين تم تحمل إليها الأخرى فتقوم الصناعة وتنتعش، وعلى هذا الأساس أما أن تقوم صناعة الحديد بجوار حقول الفحم حيث يحمل إليها الخام، أو تقوم إلى جوار مناجم الحديد فينقل الفحم إليها، وإلى جوار ذلك حقيقة اقتصادية أخرى في أن تختار أماكن الصناعة قريباً من الشواطيء بقدر الإمكان حيث يسهل النقل والتفريغ، إذ ما زالت السفن هي الوسيلة الاقتصادية الأولى في النقل والشحن أسهلها وأبسطها وأرخصها، وخاصة إذا بعدت المسافات وطال الطريق.

وخام الحديد الصخري لابد من إعداده وتجهيزه قبل أن يدفع به إلى باطن الأفران الحامية، وتختلف عمليات الأعداد حسب نوع الخام وحالته، وقد تناول تجفيفه أو تحميصه، وهي عمليات لا تجرى إلا مع الخامات الرديئة، إلا أن أهم عملية في إعداد الخام على وجه العموم هي تكسيره إلى قطع مناسبة قطرها حوالى 4–5 بوصات، وهو لذلك يعبأ في مكاسر ضخمة تدور في سرعة كبيرة، فتحطم هذا الحجر الحديدي في سهولة ويسر إلى القطع المطلوبة، يحملها سير كبير وينقلها إلى مخازنها معدة إلى أن يقذف بها إلى جحيم الأفران.

فحم الكوك:

ولاستخلاص الحديد من الخام، ينتزع الاوكسيجين من أوكسيد الحديد فيترك المعدن نقياً وحيداً، وتسمى عملية انتزاع الاوكسيجين هذه في علم الكيمياء "عملية اختزال"، وفحم الكوك هو الذي يقوم بهذه العملية في صناعة الحديد، إذ يتقدم ليأخذ عن الخام أو اكسجينه ويتحد هو به فيخلص بذلك المعدن من خامه.

وفحم الكوك يصنع من الفحم الحجري في أفران خاصة تسمى "أفران الكوك" حيث يعطي كل ثلاثة أطنان من الفحم طنين من الكوك. وأفران الكوك عبارة عن مجموعة من الخلايا أو الغرف الضيقة مرتبة في صف، أشبه ما تكون بمجموعة من الكتب فوق رفها، وفي طرف كل غرفة أو خلية باب محكم لا ينفذ الهواء، وفوق هذه المجموعة من الأفران تمر

عربة الشحنة، حيث تملأ هذه الخلايا بقطع صغيرة من الفحم الحجري، بينما الأبواب الجانبية محكمة الغلق وتسع الغرفة الواحدة حوالى خمسة عشر طناً من الفحم. وهكذا تعد أفران الكوك للعمل، فيطلق خلال هذه الخلايا تيار من الغازات تحترق في حرارة كبيرة فيحمى على الفحم في هذه الأفران المغلقة، وترتفع الحرارة بداخلها إلى درجة **1200** مئوية تقريباً ويستمر التسخين من **10–14** ساعة فينضج الفحم ويلفظ عنه فيضا كبيراً من الغازات النافعة تقدر بعشرة آلاف قدم مكعب لكل طن من الفحم، تاركة وراءها كتلة متوهجة بيضاء من الكوك، ثم تفتح الأبواب الجانبية ويدفع فحم الكوك خارج الأفران حيث تتلقاه عربة خاصة يتساقط عليها رشاش من الماء يبرد الفحم في التو واللحظة، حتى يحفظه من الاحتراق إذا ما قابل الهواء في هذه الحرارة المرتفعة. ويحتاج ذلك إلى **220** جالونا من الماء لتبرد طناً من الكوك. ثم ينقل الكوك وقد التحم إلى كتل ليكسر إلى قطع مناسبة ثم يخزن بعد ذلك معداً للاستعمال.

ويشترط في فحم الكوك حتى يصلح للاستعمال في أفران الحديد أن يكون من القوة والصلابة بحيث يحتمل ثقل الشحنة الكبيرة حين يقذف بها إلى داخل الفرن فلا يتحطم أو يسحق فيسد الفرن، بل تظل الشحنة مخلخلة مسامية تسمح بمرور الغازات، وإلى جانب مثانته، يجب أن يكون نقيا خالياً بقدر الإمكان من العناصر الضارة كالكبريت التي تسبب كثيراً من المتاعب، وليس من المستحب أن يكون كثير الرماد فيزيد من كمية الخبث في الفرن؛ وهكذا يرنو صناع الحديد دائماً إلى الفحم الجيد

يتسابقون في الحصول عليه لما له من المزايا، وخشية لما يلاقونه من المشاكل والصعاب إذا ساء نوعه وكثرت شوائبه.

نعود الآن إلى ذلك الفيض الكبير من الغازات التي تخرج عن انضاج الفحم الحجري وتحويله إلى فحم الكوك، إذ توجه هذه الغازات إلى مصنع خاص يتولى أمرها والاستفادة من مكوناتها، حيث يخرج من الغازات الناتجة عن كل طن من الفحم عشرة جالونات من القطران، 2.5 جالون من البنزول Benzol وكمية من غاز النوشادر تكفى لصنع 30 رطلا من سلفات النوشادر التي تعمل كسماد عظيم، ثم تخرج الغازات بعد أن تجردت مما علق بها فتستخدم في كثير من الأعمال النافعة، فتذهب إلى أفران الصلب أو الغلايات وغيرها مما يحتاج إلى وقود جيد، وكثيراً ما ترسل إلى المدن فتستخدم وقوداً طيباً في منازلها ودورها.

الحجر الجيري:

والشحنة التي يقذف بها إلى بطون أفران الحديد تضم إلى جانب خام الحديد وفحم الكوك مادة ثالثة هي الحجر الجيري، والفرن العالي يأخذ في المتوسط ربع طن من هذا الحجر لكل طن من الحديد، أما فائدة الحجر الجيري فهي في اتحاده بالشوائب التي تختلط بالحديد فتكون خبثاً سائلاً يطفو فوق سطح الحديد المصهور بقاع الفرن.

والصخور الجيرية تكسر الآن في سهولة ويسر، وتستطيع طرف النسف الحديثة أن تقطع أربعين الف طن من هذا الحجر دفعة واحدة تتناولها الآلات الميكانيكية فتحملها في سرعة على غربات النقل ومنها إلى آلات الكسر التي تحطمها إلى قطع صغيرة معدة للاستعمال.

الهواء:

والهواء من أهم المواد الخام التي يدفع بها إلى أفران الحديد لتقوم بأعمالها، ولقد فطن إليه صناع الحديد منذ قديم الزمان فكانوا يدفعون به عن طريق منافخ جلدية، والفرن العالي اليوم يحتاج إلى أربعة آلاف طن من الهواء لكل طن من الحديد، وهو بهذا يستهلك ما يقرب من مليوني طن من الهواء في السنة.

ولو أننا حاولنا أن نتأمل ونتصور تلك الكميات الهائلة من المواد الخام التي تلتهمها أفران الحديد، فيكفى أن نعلم أن مصنعاً يحتوي على فرنين عاديين من الأفران العالية يستهلك في العام الواحد مليونين من الأطنان من الخامات الأولية، من الحديد والفحم والجير، لو قدر لهذه الشحنة الهائلة أن يحملها قطا بضاعة واحد لبلف طوله ألف كيلو متر، لو كانت مقدمته في الاسكندرية لكانت نهايته في الاقصر، أما ما يخرج من هذا المصنع من معدن الحديد والخبث فيبلغ مليون طن يحملها قطار يمتد ما بين القاهرة وسوهاج، ولو أننا قسمنا تلك الأعمال الضخمة على أيام السنة، بل على ساعاتها، فإن نصيب الساعة الواحدة يبلغ **345** طناً،

منها **230** طناً شحنة خامات يقذف بها إلى باطن الفرنين، **115** طناً تخرج من القاع معدناً وخبثاً، ومن هذا ندرك مقدار الحركة الدائبة التي تدور حول مصانع الحديد تصب إليها وتخرج منها، في انتظام ودقة لا تعرف الكسل أو التراخى، بل كل شيء معد في وقته وفي حينه، لا أرجاء ولا تأخير ولا أبطاء، ثم هذا المتسع الكبير من المخازن الكبرى التي تستقبل ما تلفظه الأفران من بطونها... أنها دنيا عامرة بالحركة والنشاط ولا غرو فمنها يستمد العالم أجمع حركته ونشاطه.

الفصل السادس

الفرن العالي

من البادرة الأولى، ومن الأفران البدائية التي قامت منذ مئات السنين، خرجت تلك الأفران الشواهق، التي هي أصل المدنية الحديثة ومحور ارتكازها،

والتي يتدفق من بطونها سيول من الحديد المنصهر أربع أو خمس مرات في اليوم، تلك هي عمالقة الصناعة والحضارة وآلهتها، وهي لا تعرف النوم ولا الراحة، وبطونها في فورة وجحيم لا يبرد أو يخمد إلا كل بضع سنين ريثما يعاد تبطينها بالطوب الحراري.

والفرن العالي بناء شاهق يبلغ ارتفاعه في العادة من ثمانين إلى مائة قدم، وهو يختلف في الاتساع بين أجزائه المختلفة، إذ يبلغ قطر فوهته أو حلقه وهو اضيق جزء فيه من 13–19 قدماً، وتنبعج بطنه في ثلثه الأسفل باتساع قدره من 20–27 قدما، أما قاعدته فتتراوح بين 15، 22 قدماً في القطر، والفرن تغلقه ألأواح من الصلب يبطنها جدار سميك من الطوب الحراري يتراوح سمكه بين قدمين وخمسة أقدام ويحتاج الفرن الواحد إلى مليون طوبه لتبطينه، وليس في طول الفرن من ثقوب أو ثغرات إلا قرب القاع وعلى مسافة لا تزيد على ثمانية أقدام عن قاعدته، إذ تنفذ حواليه ثقوب يتراوح عددها من عشرة إلى 16 ثقباً، تتصل هذه الثقوب

عن طريق أنابيب إلى ماسورة دائرية ترتفع فوق الثقوب مباشرة وتغذيها بالهواء الساخن الذى تبلغ حرارته من 500– 750 درجة مئوية، ويدفع به تحت ضغط 12 رطلاً للبوصة المربعة، وعند القاع فتحة يتدفق منها الحديد المصهور ويسحب كل خمس ساعات تقريباً، تعلوها فتحة أخرى للخبث الذي يتجمع عائماً فوق الصهير الحديدى تفتح لإخراجه كل ساعتين، وإلى كتف الفرن تنفذ ماسورة كبيرة تخرج عنها غازات الاحتراق.

وهكذا نستطيع أن نقسم فتحات الفرن إلى نوعين، فتحات الدخول وفتحات الخروج، وفتحات الدخول اثنان، الفوهة أو الحلق الذي تصب منه الشحنة بما فيها من خام الحديد وفحم الكوك والحجر الجيرى، ثم ثقوب الهواء التي يدفع فيها تيار الهواء الساخن مضغوطاً، فيأخذ الفرن طعامه من الفوهة، ومن الثقوب يأخذ أنفاس الشهيق، وفتحات الخروج وهي ثلاث، فتحة الحديد السفلي حيث يتدفق المعدن بعد استخلاصه من خامة، ثم فتحة الخبث حيث يسحب بما يحوي من الشوائب والقاذورات، والثالثة فتحة الغازات الناتجة عن احتراق الفحم واختزال الخام وهي أنفاس الزفير.

إذن فالفرن العالي ليس جهازاً مفرداً قائماً بذاته، بل له الشرايين التي تغذيه والأوردة التي تأخذ عنه، ولننظر الآن كيف يعمل هذا الفرن العظيم، لابد لنا من أن نمسك بأطراف هذه الشرايين، ونتتبع تلك الأوردة إلى حيث تصب وتنتهي.

والفرن العالي الجبار يغذى بمقدار يحفظ على جوفه الامتلاء والشبع، ورغما عن أن طعامه لا يخرج عن مواد ثلاث إلا أنها لا تدفع إلى حلقه إلا بإشراف خبير يتولى مقاديرها ونسبها حسب تركيب هذه المواد ونوعها، وحين تقرر وصفة الشحنة ونسبتها تحمل في عربة تسع خمسة أطنان من الخام، أو الحجر الجيرى، أو طنين من فحم الكوك، وتوزن العربة ليعرف حملها قبل أن ترتقي سلماً طويلاً يرتفع بها إلى فوهة الفرن حيث تصب حملها وتعود لغيره، وفوهة الفرن مركب عليها ناقوسان متداخلان تقذف عن طريقهما الشحنة إلى أخيه الداخلي، بظل الأخير مغلقاً حتى يتلقى الوديعة ولا يصبها إلى داخل الفرن إلا حين يقفل الناقوس الخارجي حتى لا تتسرب غازات الفرن من فوهته إلى الخارج، وهي تصبها في حركة دائرية توزع الشحنة وتنشرها داخل الفرن.

أما أنفاس الفرن الحامية فإنه يأخذها عن غرفتين ترقدان إلى جوار الفرن، والغرفة عبارة عن موقد كبير، مبطن بالطوب الحراري، يتلقى أنفاس الزفير التي تخرج من جوف الفرن فتحترق في هذا الموقد لتسخن أنفاس الشهيق التي يدفع بها إلى ثقوب الهواء، والغرفتان تتبادلان العمل، تتلقى أحداهما أنفاس الزفير لتسخن أنسجتها، بينما تدفع الخرى بالهواء الساخن إلى باطن الفرن، ثم تنعكس الآية كل ساعة تقريباً.

وقبل أن نتحدث عن فتحات الخروج نتتبع عملية الهضم واستخلاص الحديد حتى نعرف نواتجها، فالهواء الذى يدفع خلال الثقوب السفلي في الفرن العالي هواء ساخن، حين يقابل الفحم المنصب من

الفوهة يحرقه من شدة وعنف، فتصل درجة الحرارة اقصاها فوق هذه الثقوب مباشرة (حوالي 1800 درجة مئوية)، وهي تعلو ثلاثمائة درجة على انصهار الحديد الخالص، وليست الحرارة واحدة في جميع مناطق الفرن من قاعة إلى قمته، بل يمكننا أن نقسم باطن الفرن إلى أربع مناطق، الأولى وهى القريبة من الفوهة وأقلها حرارة (حوالى 250 درجة مئوية)، تتدرج في الارتفاع في المنطقة الثانية، وتبلغ أقصاها في الثالثة التي تقع في بطن الفرن وفوق ثقوب الهواء، أما المنطقة السفلي التي تحتوي فتحتي الحديد والخبث فدرجة الحرارة فيها كافية لحفظ المعدن المستخلص مصهوراً.

ولنتتبع الآن قطعة من خام الحديد خلال هذه المناطق الأربع حيث يستخلص معدنها وتتخلص من بعض شوائبها وتصل إلى القاع، ففي المنطقة الأولى تفقد هذه القطعة رطوبتها وتتحمص وتصير أكثر مسامية، ثم تنتقل إلى المنطقة الثانية حيث تبدأ أولى عمليات الاختزال أو انتزاع الاوكسيجين لينفصل المعدن من خامه، وفيها تتحول قطعتنا إلى كتلة اسفنجية، وحينما تهبط إلى المنطقة الثالثة يتم انتزاع الاوكسيجين ويستخلص المعدن وينصهر ثم يسيل إلى القاع، وفي نهاية المطاف في المنطقة الرابعة ينفصل صهير الحديد والخبث فيطفو الأخير لخفته فوق صهير المعدن، وقطعة الخام تتم هذه المرحلة من فوهة الفرن إلى قاعة في ثمان ساعات تقريباً.

وعملية الاختزال هذه عملية معقدة تنتج عن سلسلة من التفاعلات بين الهواء والفحم وخام الحديد، الفحم يحترق في الاوكسيجين

الداخل إلى الفرن في تيار الهواء الحامي، ولا يكون الاحتراق كاملاً، بل ينتج عن الفحم أول أوكسيد الكربون الشره الذي لم ياخذ من مادة الأوكسيجين سوى نصف طعامه فقط، وهذا الغاز الذي استثيرت شهيته ولم تكف يبحث عن الاوكسيجين ويقتنصه في قوة وعنف ويأخذه من أوكسيد الحديد (الخام) فيتحول إلى ثاني أوكسيد الكربون، وهو إذ يصعد في الفرن يقابل الفحم هابطاً فيتقاسمان الأوكسيجين، وينقسم طعام البطن الواحدة الممتلئة ليدخل إلى البطن الفارغة الخاوية، فيتحول الاثنان إلى بطنين نهمتين، وهكذا يتحول كل من ثاني أوكسيد الكربون وكذلك بعض الفحم الذي قابله في طريقه إلى أول أوكسيد الكربون الشره، ويعاود الكرة فينتزع الأوكسيجين من خام الحديد، وهكذا تتابع عملية الاختزال، والعامل الفعال وصاحب القسط الأعظم في استخلاص الحديد هو غاز أول أوكسيد الكربون الذي ينتج عن احتراق الفحم احتراقاً غير كامل، ثم يتردد بين الشبع بما ينتزع من أوكسيجين من خام الحديد والنهم إذ يشاطره فحم جديد ما التقط من أوكسيجين وهكذا...

وأما الشوائب الأرضية الأخرى التي تختلط بخام الحديد، فإنها تتحد بالحجر الجيري مونة لخبث ينصهر عائماً فوق بركة الحديد بقاع الفرن. وصهير الحديد الذي ينساب إلى قاع الفرن ليس معدناً نقياً تام النقاوة، بل أنه يحتوي على بعض الشوائب أهمها الكربون وتبلغ نسبته في الحديد الغفل من 3.5–4% أذابها الحديد من فحم الكوك الحامي في طريقه إلى القاع، ولهذه الكمية من الكربون فائدتها القصوى في تنقية الحديد وفصل شوائبه، إذ هي تخفض درجة انصهار الحديد من 1500 إلى 1200 درجة مئوية

فتحفظ الحديد الغفل سائلاً لا يجمد عند القاع، والخبث لا ينفصل عن معدن الحديد إلا إذا كان كل منهما سائلاً تمام السيولة.

والآن نعود إلى مخارج الفرن العالي، بعد أن ألمنا بما يحدث في جوفه، وعرفنا نواتج العمليات التي تجرى فيه وهي غازات الاحتراق والخبث والحديد.

فالغازات التي يلفظها الفرن العالي من جحيم جوفه كان يتخلص منها قديماً بأن تحرق عند فوهته، أما اليوم فتتلقاها ماسورة كبيرة في كتف الفرن تذهب بها أولاً إلى حيث تنقى مما يعلق بها من الأتربة والحبيبات الدقيقة، ثم تخرج بعد ذلك لتستخدم وقوداً في كثير من أغراض التسخين، فبعضها يسخن مواقد الهواء الذي يدفع به إلى ثقوب الفرن العالي، وبعضها يستخدم كوقود في أفران الكوك. ومصانع الحديد تكفي نفسها من الحرارة والطاقة اللازمتين لعملياتها المختلفة، وهي بهذا توفر الكثير من الوقود وتستفيد من أغلب الحرارة التي تخرج عن فحم الكوك الذي يدفع به مع الشحنة، وتقدر هذه الاستفادة بأكثر من 90% من الحرارة التي تخرج عن هذا الفحم، وهي بلا شك استفادة عظمى، والشكل يبين كيف تستخدم الحرارة في مصانع الحديد الكاملة، ونستطيع أن نقسم مصانع الحديد إلى ثلاث وحدات:

1- الفرن العالي بملحقاته من مواقد تسخين الهواء وهذه الوحدة تخرج منها الغازات النافعة الناتجة من احتراق فحم الكوك.

2- أفران الكوك وهذه تحتاج إلى غازات لانضاج الفحم الحجري وتخرج منها غازات جيدة للوقود.

3- مصانع الصلب وهذه لا تخرج عنها (كوحدة) أية غازات للوقود بل أنها تستهلكها فقط.

وعلى هذا يمكن الاستفادة من غازات الوقود بإحدى الطريقتين:

أ- غازات أفران الكوك الخارجية تنقسم إلى قسمين، قسم يعمل كوقود فيها، والقسم الآخر يذهب إلى مصانع الصلب، كما تذهب غازات الفرن العالي بأكملها إلى مصانع الصلب.

ب- في الغالب الأعم يضن على أفران الكوك بما يخرج عنها من الغازات الجيدة أن يذهب قسم منها ليستخدم وقوداً فيها، فتذهب جميعها إلى أفران الصلب، أما أفران الكوك فتأخذ قسماً من غازات الفرن العالي، وما بقى يذهب كذلك إلى مصانع الصلب.

أما الخبث فإنه يستخدم في صناعة الأسمنت وغيره من مواد البناء، أو ترصف به الطرق، إلا أن الغالبية العظمى منه عديمة الفائدة.

والآن جاء دور الحديد الذي ينساب سائلاً نارياً متوهجاً من الفتحة السفلى من الفرن العالي، وأغلب هذا الحديد يمضي إلى مصانع الفولاذ عن أحد طريقين، فالطريق الأول سهل ميسر حيث تقيم مصانع الصلب إلى جوار الأفران العالية، فيحمل الحديد الغفل في مغارف كبيرة من الصلب، يبطنها طوب حراري إلى الخلاطات، وهذه أفران كبيرة يسع الواحد منها

أكثر من ألف طن، تحفظ المعدن سائلاً ينتظر نداء أفران الصلب. أما الطريق الثاني ففيه يصب الحديد الغفل إلى قوالب يبرد فيها ثم تنقل كتله إلى مصانع الصلب، وقديماً كان الصب في قوالب رملية في الأرض، وكان لهذه العملية نقائصها وعيوبها، فالحديد حين يبرد تلصق به حبيبات الرمل فتزيد من أدرانه وشوائبه، كما كانت تحتاج لمتسع كبير من الأرض ترص فيه القوالب الكثيرة لا تخرج ما في بطونها حتى يتم التبريد البطيء، ثم عدلت تلك الطريقة بما يحفظ على الحديد تركيبه فلا تزيد شوائبه، ويغني عن الفناء الكبير الذي يضم قوالب الصب، وتتلخص الطريقة الجديدة في سلسلة طويلة على شكل حزام متصل يحمل قوالباً معدنية يصب فيها الحديد الغفل وبعد أن يتلقى القالب نصيبه فيمتلىء به يخلي مكانه لآخر، وتتحرك السلسلة في بطء صاعدة بقولبها الممتلئة التي يرش فوقها الماء لتبرد، حتى إذا وصلت القوالب إلى القمة القت بكتل الحديد الغفل إلى عربات الشحن لتنقلها إلى مصانع الصلب.

إلا أن بعض الحديد الغفل يختصر الطريق، فلا يتم صنعه إلى الصلب، بل يعاني تنقية بسيطة في أفران صغيرة أشبه بالأفران العالية، حيث تغذي بالحديد الغفل وفحم الكوك وتنفخ فيها بتيار من الهواء، ثم يؤخذ من فتحتها السفلى الحديد الزهر فيحمل في مغارف تصبه في القوالب الرملية لتصنع أشكال الزهر المطلوبة. والحديد الزهر ما زال يحتوي على 4% من الكربون والكثير من الشوائب الأخرى، وهو بهذا يسهل كسره، ومن ثم لا يستخدم إلا في الأشياء التي لا تتلقى أي صدمات أو ضغوط، فمنه تصنع أعمدة النور وأنابيب الماء ومواسير

المجاري وما شابه ذلك. ولقد بذلت محاولات كثيرة خلال السنوات الأخيرة لتحسين الحديد الزهر وصفاته الميكانيكية، بأن أضيفت إليه بعض العناصر الأخرى كالنيكل والسيريوم، فاحرزت بذلك تقدماً ملحوظاً في أنواع الزهر الناتجة، وكان أن أتسع ميدان الزهر وما يصنع منه من أدوات، وهو بهذا يسترق الخطى ليحل محل الصلب شيئاً فشيئاً.

ومن البديهي أن النظام الآلي يدير تلك الحركة الواسعة الكبرى من العمليات الدقيقة في ترتيب ونظام يكفل حسن سير العمل والإنتاج، فمنذ أن تتهيأ الشحنة بموادها اللازمة للفرن العالي إلى أن يخرج الحديد الغفل وما يشمل ذلك من العمليات، لا تحتاج لأكثر من عامل واحد يتولى وزن الشحنة، وما بقى بعد ذلك يتحرك أوتوماتيكياً. فدون ما حاجة إلى أشراف أو ملاحظة تتم أجزاء هذه العمليات الكثيرة في مقاديرها المضبوطة إلى أماكنها المقررة فى وقتها المحدد.

الفصل السابع

صناعة الصلب

ذكرنا في الفصل السابق أن أغلب الحديد الغفل الذي يستخلص في الأفران العالية يمضي إلى مصانع الصلب، والحديد الغفل يحتوي على ما يقرب من ربع حجمه أو ما يعادل عشر وزنه من شوائب مختلفة مثل الكربون والمنجنيز والسيكون والكبريت والفوسفور،

ومهمة مصانع الصلب أن تزيل ما يحتويه هذا الحديد من الشوائب وأن تخفض مقدار الكربون فيه من 4% إلى الحد المناسب في الصلب والذى يتراوح بين 0.1 إلى 1.5% حسب نوع الصلب واستعمالاته المختلفة.

وكما نستعين على استخلاص الحديد من خامه بمادة الكربون التي تحترق في الفرن العالي فتنتزع الاوكسيجين وتترك معدن الحديد (الذي يقتنص بعضاً من الكربون عند مروره خلال طبقات الكوك في طريقه إلى القاع)، نستعمل نفس الظاهرة في طريقة عكسية لانتزاع هذا الكربون من الحديد الغفل، إذ نستعين عليه بالأوكسيجين فيحرق الكربون وينقي الحديد الغفل. والأوكسجين أما أن يدفع به على هيئة غاز خلال مصهور الحديد الغفل، كما يحدث في محول يسمر، إذ ينفخ بالهواء (وهو خليط خمسة من الأوكسيجين وأربعة أخماسه من النيتروجين) خلال الثقوب السفلى من المحول، أو أن يضاف متحداً بغيره من العناصر، كما في خام الحديد أو أي

أوكسيد آخر، إلى صهير الحديد الغفل فيتحد كربون هذا الحديد الغفل بالأوكسيجين من الأكاسيد المضافة.

وتنقسم صناعة الصلب تبعاً لنوع الشوائب في الحديد الغفل إلى نوعين، الحمضية والقاعدية، فإذا خلت هذه الشوائب من الكبريت والفوسفور أمكن أن تبطن الأفران ببطانة حرارية عادية، من طوب السيلكا والرمل وتسمى مثل هذه الأفران بالأفران الحمضية، أما إذا احتوت الشوائب هذين العنصرين الضارين فإن الأفران الحمضية لا تقدر على إزالتها، وهما يخرجان من مثل هذه الأفران كما دخلاها أولاً، لذا كان من الضروري أن نلجأ إلى مادة تتحد بهما وتخلص الحديد من شرورهما، ويتم ذلك في الأفران القاعدية التى تبطن بطوب ماغنيزي وحجر جيري لاقتناص هاتين الشائبتين مع غيرهما من الشوائب.

وعلى ضوء هذه الحقائق نستطيع الآن أن نتحدث عن أفران الصلب المختلفة.

الفرن المفتوح (سيمنز- مارتن):

وهذا الفرن أشبه ما يكون بحمام ضحل للسباحة تحيط به جدران أربع وسقف منخفض مبطنة بطوب حرارى جيد، وتفتح الواجهة الأمامية في أبواب تدخل عن طريقها الشحنة، وفي الحائط الخلفى المقابل فتحة تسدها كتلة من الطين ومنها يسحب الصلب المنصهر، أما الحائطان الجانبيان

الضيقان، ففي كل منهما ثلاثة ثقوب، يدخل من أوسطهما الوقود أما غازياً أو سائلاً كالمازوت، وينفخ الهواء الساخن خلال الثقبين الآخرين، ويمتزج الوقود بالهواء ويحترق في شدة وعنف فيعطي الفرن حرارته المرتفعة، والشحنة التي يقذف بها إلى داخل الفرن تتكون غالبيتها من الحديد الغفل والحديد الخردة، فتلك الكميات الهائلة من الحديد التي يلفظها العالم فيما قدم من آلاته الحديدية ليس من الحكمة أن تذهب بدداً، بل أنها لتبعث من موتها وتخلق خلقاً جديداً، والشحنة يحملها ذراع طويل يتحرك آلياً ويقوده أحد العمال المهرة يحركه كيفما شاء ويمده إلى باطن الفرن حيث يقلب الشحنة ويرتد فارغاً ليتناول غيرها وهكذا.

وعلى كل من جانبي ساحة الفرن مجموعتان للتسخين قد بطنتا بطوب حراري، وتشتمل كل من المجموعتين على حجرة لتسخين الهواء والأخرى لتسخين الوقود الغازي، فتتلقى مجموعة اليمين الغازات الحامية الخخارجة عن الفرن، حتى إذا سخنت حجرتاها أطلق الهواء والوقود الغازي داخل هذه المجموعة الساخنة، ثم تشق طريقها إلى الفرن خلال الثقوب الثلاثة من أحد الجانبين الضيقين، فتحترق في جحيم عنيف، ثم تخرج الغازات الناتجة من الثقوب المقابلة فتذهب لتسخن مجموعة اليسار، وعندما تأخذ حجرتا اليمين في البرودة تكون حجرتا اليسار قد سخنتا، فيعكس الوضع، ويدخل الهواء والوقود من اليسار ويتلقى اليمين الحرارة، وهكذا تتبادل المجموعتان تلقى الحرارة وأعطائها كل عشرين دقيقة تقريباً، هذا في حالة الوقود الغازي، أما إذا كان الوقود من المازوت فالهواء وحده هو الذي يعانى هذا التسخين العالي، أما الوقود الزيتي فلا يسخن إلا قليلاً

ثم يضغط خلال رشاش يمر من الثقب الأوسط، وعملية العكس وتبادل التسخين تطبق على الهواء وحده.

وثمة مجموعة كبيرة من الآلات والأجهزة الدقيقة تبين للمشرفين حالة الفرن ودقائقه، فيعرفون جرارة الهواء والغاز وضعطهما، وما يقع على السقف وجوانب الفرن من الضغوط والحرارة، وتركيب الغازات الداخلة للوقود والغازات الخارجة للتسخين، بل لقد استخدمت اليوم آلات تنظم كمية الوقود الداخلة إلى الفرن فتحفظه دائماً عند الحرارة المطلوبة للعمل والإنتاج، وعن الفرن تؤخذ عينات من الصلب خلال مراحله المختلفة فتحلل سريعاً في المعمل، لينبئهم بمقدار الكربون ومدى وجود الشوائب الأخرى في دقائق قليلة، ومن هذا التحليل يحكم على الصلب وتمام صنعه ومتى يسحب من الفرن، وصهير الصلب يسحب عندما تصل نسبة الكربون عند الحد المطلوب وتزول منه الشوائب الأخرى، وأحياناً يتخلص من الكربون كله مع غيره من الشوائب ويصب الحديد نقياً في أوان كبيرة، ثم يضاف إليه القدر اللازم من الكربون على هيئة قطع من فحم الانثراسيت، وحالماً يفرغ الفرن ما فى باطنه يسرع إليه عمال مهرة يقومون بإصلاح داخله، فينظفونه أولاً ثم يقذفون بحجر الدولوميت إلى ما يظهر من النقر في الجوانب والقاع، وهي أظهر ما تكون عند حد الخبث في الفرن، والفنر يستغرق في العملية كلها منذ أن يشحن إلى أن يسحب الصلب المصهور من سبع ساعات إلى خمسة عشر ساعة حسب تركيب الشحنة ونوع الصلب وما يستخدم من الوقود وغير ذلك من العوامل، وهي في المتوسط إحدى عشرة ساعة، منها خمس ساعات يتوالي فيها

الشحن، وخمس ونصف لصهرها وتنقيتها، أما النصف ساعة الأخيرة فلا صلاح جدر الفرن الداخلية.

وهذا الفرن كغيره من أفران الصلب أما أن يكون قاعدياً أو حمضياً حسب نوع الشحنة وما يتبع ذلك من بطانة الفرن، والأفران القاعدية أكثر شيوعاً واستخداماً، إذ هي لا تتطلب انتقاء لنوع المواد الأولية، وخلوها من عنصري الكبريت والفوسفور، بل هي تعمل على كل أنواع الخامات، وهي تبلغ تسعة أضعاف الأفران الحمضية في انجلترا، غير أن الصلب الذي يخرج من الأفران الحمضية أجود وأنقى من صلب الأفران القاعدية، نظراً للدقة في اختيار شحناته التي تخرج عن أجود أنواع الخامات.

محول بسمر:

وعاء من الصلب يسع من 10–25 طناً من الصلب، له شكل الكمثرى ويبطن بطوب حراري، ولما كان قاع هذا الوعاء عرضه للتلف قبل باقي أجزاء الفرن فلقد صنع منفصلاً يركب إلى المحول أو يرفع عنه، وتخترقه ثقوب يدفع خلالها الهواء المضغوط، وفوهة هذا الوعاء قد تكون في القمة أو تنحرف عنها إلى الجانب قليلاً، وهو يحمل من جانبيه فوق قاعدته بحيث يسهل تحريكه فوق محاور جانبيه، فحينما يراد صب الشحنة يمال إلى وضع أفقي، ثم تحمل إليه في مغارف متينة تأخذها من الخلاطات الكبيرة التي يختزن فيها الحديد الغفل، وخلال مليء المحول يدفع في ثقوبه بعض

الهواء ثم ينهض معتدلاً في وضعه الرأسي، ويشتد ضغط الهواء الداخل حتى يصل إلى 25–30 رطلاً على البوصة المربعة، ويخرج عن الفوهة لهب أصفر يستمر حوالي خمس دقائق، ثم يزداد شدة وتأججاً مدى عشر دقائق أخرى، وخلال هاتين المرحلتين يتحد السليكون والمنجنيز بأوكسيجين تيار الهواء المضغوط ثم تتحد بعدها بالحجر الجيري لتكون الخبث الذي يطفو فوق صهير الحديد، ويتحد الأوكسيجين كذلك بالكربون فيحوله إلى غاز أول أكسيد الكربون الذي يخرج من المحول فمحترق عند فوهته، وكما تنفخ في حطب متقد فتشتد ناره وتستعر كذلك يفعل الهواء في محول بسمر، إذ أن التفاعلات السابقة التى يتحد فيها الاوكسيجين بالشوائب تفاعلات مولدة للحرارة، وهكذا ترتفع حرارة الصهير ارتفاعاً تخفف شدته بإضافة بعض من الحديد الخردة. وفي المحولات القاعدية (ذات البطانة القاعدية الخاصة) لا تنتهيالعملية حينما يتضاءل اللهب ويذوب، بل تستمر مدى خمس دقائق أخرى، يتحد فيها الفوسفور بالحجر الجيري ليخرج مع الخبث، وقبيل نهاية العملية يمال المحول جانباً وتؤخذ عنه معلقة من الصهير لتذهب إلى المعمل، ويتكرر أخذ العينات مرتين أو ثلاث أو اكثر، يحكم منها على الصلب ونقائه، وفي النهاية تصب طبقة الخبث الطافية ثم يعتدل المحول مرة أخرى ليتلقى بعض السبائك المعدنية التي تكسب الصلب خواصاً محمودة، ثم يفرغ باطن المحول ليتلقى شحنة جديدة ولتتكرر العملية.

وهناك نوع آخر من المحولات يسمى محولات تروبناس، لا ينفخ فيه الهواء من أسفل ليخترق صهير الحديد، بل ينفخ من جوانبه فوق سطح

الصهير، وتفاصيل العملية وتفاعلاتها كما في المحول السابق. ولما كانت هذه المحولات صغيرة لا يسع الواحد منها أكثر من 2.5– 3 طناً، فإن شحنتها لا تؤخذ في العادة من الأفران العالية الضخمة، بل تؤخذ من أفران الحديد الزهر التي تعيد صهر الحديد الغفل في شيء من التنقية.

وطريقة الفرن المفتوح رغماً عن بطئها وقلة إنتاجها بالنسبة للمحولات، إذ ينتج الفرن 150 طناً من الصلب خلال 11 ساعة أي بمعدل طن كل خمس دقائق تقريباً، بينما يخرج محول بسمر عشرين طناً من الصلب كل عشرين دقيقة بمعدل طن كل دقيقة، ألا أن الطريقة الأولى لها القدح المعلى في صناعة الصلب، وبها يصنع ثمانية أعشار الصلب في العالم، إذ هي تمتاز على محولات بسمر بميزتين هامتين:

الأولى: إمكان الإشراف على خطواتها والتحكم في دقائقها بما يؤخذ من العينات المتتابعة وما تشير به هذه العينات من التنظيم والتعديل، أما محولات بسمر فهي أصعب مراساً وأبعد عن التحكم والإشراف منذ أن يدفع بالهواء ويبدأ الزئير واللهيب إلى أن تخمد وتقترب العملية من نهايتها، هذا إلى نقيصة أخرى تأتي من كثرة الهواء المضغوط، إذ يميل بعض نيتروجين هذا الهواء إلى أن يذوب في المعدن مما يبعده عن النقاوة والجودة، ورغما عن أن حديد بسمر أضيق ميداناً عند الطلب والاستعمال إلا أن له بعض الأغراض الخاصة التي يصلح فيها دون سواه.

الثانية: كثرة ما تستنفذ الأفران المفتوحة من الحديد الخردة، بينما لا تستهلك المحولات من هذا الحديد إلا النذر اليسير، فأين تذهب بقايا

الحديد التي تتخلف ببوادقه، والقصاصات التي تنتج عن ألواحه عند تفصيلها وتجهيزها، والبرادة والفتات التي تخرج عن آلات الخراطة والثقب، وتلك النفايات الهائلة من الحديد القديم البالي؟ ولقد بلغت كمية الخردة المرتجعة إلى أفران الصلب في انجلترا وحدها عام **1948**، **5 1/4** مليون طن أي ثلث الصلب الناتج في هذه البلاد، فلا غرو أن تلقى الأفران المفتوحة التي تعيد الحياة إلى تلك الثروة الطائلة ذلك الذيوع والانتشار.

وقد يتساءل المرء لماذا لا نزيد كمية الخردة في شحنة المحول، والجواب على ذلك سهل ميسور، فالحديد الغفل الذى يوضع في المحول تبلغ حرارته حوالى **1200** درجة مئوية، وحينما ينفخ فيه الهواء مضغوطاً لا ترتفع الحرارة أكثر من **300** درجة مئوية، وحرارة انصهار الصلب (وخردته) **1500** درجة فلا نستطيع أن نعطى المحول إلا القليل منها حتى لا تنخفض الحرارة كثيراً، هذا بينما ترتفع الحرارة في الأفران المفتوحة إلى **1650** درجة مئوية، يمكن جفظها دون انخفاض بما يدفع فيها من الوقود، ولقد بذلت بعض المحاولات في السنوات الأخيرة لرفع الحرارة في محول تروبناس الصغير، بأن يدفع فيه بغاز الأوكسيجين مع الهواء، وصادفت بالفعل بعض النجاح، فزادت الحرارة وأمكن ان تصقصر زمن العملية في المحول إلى النصف، ولا ننسى أن ميزة المحولات الاقتصادية الكبرى أنها لا تستخدم وقوداً، فليس من الغريب أن تقابل مثل هذه التجارب كثيراً من الاهتمام والعناية أملاً في منافسة المحولات لأفران سيمنز مارتن، إلا أنها ما زالت في طور البحث والدراسة.

فرن القوس الكهربائي:

وللطريقة الكهربائية فضيلة تتميز بها عن الطريقتين السابقتين، تلك هي فضيلة النظافة والنقاوة، فهي لن تلوث الشحنة والصهير بما عسى أن تتلوث به في غيرها من الأفران، فالوقود الغازي أو الزيتي في الأفران المفتوحة فيه شائبة الكبريت، وكميات الهواء المدفوعة في صهير المحولات تلوثه بالنيتروجين، ولذا بنيت الأفران الكهربائية التي تستخدم الطاقة الكهربائية النظيفة فتحولها إلى حرارة ينصهر بها المعدن فتقيه شر الشوائب وتنتج أحسن أنواع الصلب وأجود سبائك الحديد.

وفرن القوس الكهربائي عبارة عن غرفة من الحديد مبطنه بطوب حراري، وتنفذ في سقفها ثلاثة أقطاب من الكربون توصل إلى تيار كهربي، وهو إذ يمر بين هذه الأقطاب المتباعدة ينطلق قوس كهربي ذو حرارة عالية قد تصل إلى **3400** درجة مئوية فتصهر الشحنة، وكلما ذابت الشحنة في هذه الحرارة المرتفعة غاصت إلى القاع وتحركت الأقطاب من تلقاء نفسها لتحفظ المسافة بينها وبين الشحنة حتى تسري الحرارة الكبيرة إلى الشحنة والصهير مباشرة فلا تؤذي بطانة الفرن أو جدره. والشحنة في الغالب الأعم من الحديد الخردة ومعها بعض الحجر الجيري وأكاسيد الحديد، وهي حين تولج إلى الفرن ترفع الأقطاب الكربونية من طريقها، ثم تعاد إلى موضعها بعد مليء الفرن ويبدأ العمل، وتنصهر الشحنة خلال ساعتين ونصف ساعة، بتكون في أثنائها خبث يزيل أغلب الشوائب من السليكون والمنجنيز والفوسفور والكربون، ثم يفتح الفرن لتسحب هذه الطبقة من

الخبث، ويضاف جديد من حجر الجير والفلورسبار والرمل وبعضا من الكربون فتزيل هذه المواد شائبة الكبريت وتنقي الحديد مما عسى أن يكون به من الشوائب الأخرى، وفى النهاية يعطي الصهير ما ينفعه ويحسن خواصه من السبائك ثم يصب بعد ذلك.

وأفران القوس الكهربائي تسع في العادة عشرة أطنان من الحديد، وقد تصل سعتها 30 طناً، واستطاعت بعض المصانع الأمريكية أن تبني فرناً كهربائياً سعته مائة طن، ولقد أدخلت بعض التعديلات على هذه الأفران، فبدلاً من أن تزاح الأقطاب من سقف الفرن حتى يتم الشحن يتحرك السقف جميعه ليكشف الفرن، ويتدلى فوقه صندوق كبير يفتح قاعة ليصب الشحنة بأكملها إلى الفرن ثم يعاد السقف إلى مكانه ويبدأ العمل، ولقد تلافى المهندسون الحرارة الكبيرة التى تخرج عن الأقطاب، وخشية أن تتركز وتتسلط على مكان وأحد فتضره، فابتدعوا طريقة يلف بها جسم الفرن بينما السقف بأقطابه ثابت لا يتحرك، وتلصق بين الفرن وسقفه طبقة رملية لا تتسرب خلالها الحرارة بينما تسمح بالحركة السابقة، ولما كانت الكهرباء غالية التكاليف في كثير من البلاد، يقتصر استخدام الكهرباء في صناعة الصلب فيها على التنقية وحدها، فيستخلص الصلب في الأفران المفتوحة أو محولات بسمر، ثم ينقل مصهوراً إلى الأفران الكهربائية، فتتوفر بذلك خطوات الاستخلاص الأولى، وما يلزم من الطاقة لصهر الشحنة، أما في البلاد التي يتوافر فيها "الفحم الأبيض" كسويسرا والسويد فليس ثمة موجب لهذا العناء والتوفير.

ولا نترك طرق صناعة الصلب دون أن نشير إلى طريقتين أخريين، أحداهما قديمة عنيفة ترجع إلى أكثر من مائتي سنة، وهي طريقة هنتسمان أو طريقة البودقة التي تحدثنا عنها في فصل سابق، وما زالت تتبع إلى اليوم في قليل من المصانع الانجليزية، يحتفظ بها كتراث قديم، ويصنع من صلبها أدوات القطع كما كان يصنع في الأزمنة الغابرة.

والطريقة الأخرى حديثة اخترعها الدكتور نورثرب بجامعة برنستون بأمريكا عام 1922، وهي طريقة أفران التردد العالي، إذ توضع الشحنة في بودقة من المواد الحرارية والمواد العازلة وتحيط بهذه البودقة من الخارج أنبوبة من النحاس على هيئة ملف يبرد بالماء، وحين يمر تيار متقطع من الكهرباء في هذا الملف يتولد تيار تأثيري بداخل البودقة فيصهر الشحنة، ويتولد كذلك مجال مغناطيسي في البودقة يحرك الشحنة ويقلبها فيتم امتزاجها وتساعد على تخليص الصلب من إدراته وشوائبه، وهذا الفرن لا يستخلص الصلب، بل يساعد على تمام تنقيته، وفيه تصنع أجود أنواع السبائك الحديدية، كالصلب الذي لا يصدأ وصلب المغناطيس، والصلب المقاوم للحرارة، وهو رغما عن تكاليفه الباهظة له من المزايا والفضائل ما يبرر هذه التكاليف، حتى أن بريطانيا التي لا ترخص فيها الكهرباء تنتج مائتى ألف طن من حديد هذا الفرن في العام.

ولا نترك الآن قصة الصلب وصناعته دون أن نتتبع هذا السائل الناري حين يخرج من الأفران والمحولات ليستقر ويتشكل في وضعه النهائي، والصهير الناري ينساب من أفرانه فتتلقاه بوادق كبيرة تتسع الواحدة منها

لأكثر من ثمانين طناً، وفيها يعالج الصلب بإضافة الألمونيوم وبعض السبائك الأخرى كالفيرومانجنيز والفيرو سليكون، فتأخذ ما بقى في الصلب من الأوكسيجين وتحوله إلى سائل هاديء، يسيل في صمت وسكون وتسمى هذه العملية "بقتل الصلب" ثم يصب الصهير من ثقب في أسفل البودقة إلى قوالب خاصة يتخذ فيها شكل كتل أشبه بألواح الثلج، وعندما تبرد هذه الكتل في قوالبها لا تفقد حرارتها بانتظام من جميع أجزائها، إذ تبرد أجزاؤها الخارجية أسرع مما يبرد جوفها الداخلي، وهي لهذا لا تذهب من قوالبها إلى التشكيل بل ترفع من هذه القوالب لتدخل إلى فرن آخر لا لتسيح أو تنصهر بل لتسخن تسخيناً منتظماً متناسقاً في جميع أجزائها، ثم تخرج الكتل متوهجة فتجري أولاً بين اسطوانتين تقتربان من بعضهما عقب كل مرة فتنضغط الكتل وتدق وتستطيل وهكذا تتهيأ بعد هذه الآلة الضخمة لأن تدخل إلى آلات السحب فتصنعها إلى الألواح أو الشرائط أو القطاعات أو القبضان وقد يتوالى السحب عليها فتخرج الأسياخ، أو قد تشد وتمتد فتنتج الأسلاك الدقيقة.

والقليل من كتل الصلب لا يذهب إلى آلات السحب بل تتولى تشكيله وصنعه المطارق البخارية الضخمة التي تحدثنا عنها في فصل سابق، والنذر اليسير من السائل الناري (لا يزيد على 15 مما يصنع من الصلب) لا يمر في طور الكتل، بل يصب مباشرة إلى قوالب رملية ذات أشكال خاصة فيصنع إلى الأدوات والقطع التي تحتاج إلى الصب لا الطرق أو السحب.

وللصلب خاصية فريدة هي من فضائله الكبرى التي يقدرها رجال الحديد حق قدرها، ويبرع الفنيون في استغلالها والاستفادة من ظواهرها، تلك الفضيلة هي تأثر الصلب بالحرارة، تغير من خواصه وتعدل من صفاته وأحواله، ويستطيع رجال الحديد أن يحصلوا على ما يرغبون من هذه الصفات حسب معالجة الصلب في تسخينه وتبريده، ونستطيع أن نقسم هذه المعالجة الحرارية للصلب إلى أربعة أنواع:

1- التقيسة: فالصلب الذي يسخن فوق درجة خاصة ثم يبرد بسرعة بأن يطفأ في الماء مثلاً يكتسب صلابة كبرى، إلا أنه يكون هشا لا مرونة فيه.
2- التهذيب: إذا سخن الصلب إلى درجة أقل من السابقة ثم برد تبريداً عادياً اكتسب من الصلابة ما يقارب النوع الأول، لكنه لا يكون في مثل هشاشته.
3- التليين: وفيه يسخن الصلب إلى درجة خاصة يحفظ عندها ثم يبرد في بطيء شديد فيعطى معدناً لينا مرناً، ويمكن إزالة الصلابة والهشاشة من الصلب بهذه الطريقة، ولا شك أن التليين لازم في بعض الصناعات كصناعة الأسلاك مثلاً، التي تحتاج إلى مرونة تساعد على سحبها وشدها.
4- تقسية السطح: سبق أن قلنا أن الحديد كلما قلت نسبة الكربون فيه كلما قلت هشاشته وزادت مرونته، وفي هذه العملية يؤخذ صلب قليل الكربون ويغمر في فحم نباتي داخل صناديق معدنية محكمة، ثم تسخن إلى درجة خاصة مدى 8-15 ساعة فتسري

جزيئات الكربون من الفحم إلى الغلاف الخارجي للصلب، وعندما يخرج عقب هذه الخطوة يسخن مرة أخرى إلى درجة أقل من الأولى ثم يطفأ ويبرد بسرعة، وهكذا يكتسب السطح صلابة كبيرة بينما القلب الداخلي ما زال مرناً ليناً.

ولقد فطن صناع الحديد القدامة منذ أقدم العصور إلى تلك الصفات الحميدة التي يكتسبها الحديد عند تسخينه وتبريده، والقرآن الكريم يقول على لسان ذي القرنين "آتوني زبر الحديد حتى إذا ساوى بين الصدفين قال انفخوا حتى إذا جعله ناراً قال أتونى أفرغ عليه قطراً، فما استطاعوا أن يظهروه وما استطاعوا له نقبا" إذا فلقد عرف الاسكندر الأكبر تقسية الحديد بالطفى والتبريد السريع فتكسبه خواص القوة والمتانة. ويحكى عن رجل دمشقي اشتهر بصناعة السيوف المهندة الفاخرة، وكان سره في معالجة صلبه عقب الصنع بالحرارة ثم تبريده، ثم كشف عن هذا السر فكان وصمة في جبين البشرية ووحشيتها وافتراسها، لقد كان الرجل يطرق سيوفه في مصنعه، ثم يحملها لغلامه ومعها بعض الفحم النباتى حيث يخرج بها إلى الصحراء عند الأصيل، وهناك يحمي على النار حتى تتوهج السيوف وتحمر كلون حمرة السماء عند الغروب ثم يخرجها من النار وينفذ بها إلى جسد هذا العبد المسكين، فتبرد في الدم المسفوح، وتطفأ في الجسد البشري الرخيص.

الفصل الثامن

الحديد في العالم

ليس من ينكر أن حضارتنا اليوم حضارة آلية تخرج من بطون المصانع وأفرانها، تزداد تقدماً ومجداً كلما زادت هذه الصمائع قدرة على الإنتاج والاتقان،

فتخرج وسائل المدنية الحديثة وأدواتها في وفرة وفيرة وتقدم وكمال، والأمم الصناعية اليوم على رأس الأمم قوة وعزة وجبروتاً، ينعم أهلها بالرخاء وأسباب الحياة السعيدة بما يبذلون من الجهد والفن والمهارة فيتقاضون الثمن جزيلاً موفوراً، ولم تعد الأرض الطيبة هي وحدها الأرض الخصبة السوداء التي يترعرع فيها النبت وتنضج فيها الثمار فتفيض بأطيب المحاصيل وأوفر الغلات، بل نافستها اليوم بقاع كانت بالأمس موحشة جرداء بما حوت في بطونها من كنوز وثروات هي الخامات المعدنية الغالية التي تنهض بها الأمم الصناعية وتبني مجدها، مجد الرخاء والوفرة في السلم وأيامه السمحة البيضاء، ومجد البأس والعزة والنصر في الحرب وأوقاته العصيبة الظلماء.

وسيد المعادن وأجلها شأناً في بناء الحضارة والمجد هو الحديد، رمز القوة والعظمة والجبروت، فهو العمود الفقري في جسد الحضارة الآلية

الحديثة، عليه تستند وإليه تشتد وبه تنهض، ولئن اجتمعت المعادن الأخرى جميعاً فلن تبلغ من الأهمية عشر مقدار الحديد وحده.

وقد يبدو عجيباً أن نعلم أن العالم خلال العشر سنوات الأخيرة قد أنتج واستهلك ما يقرب من ثلث الصلب الذى أنتجه منذ أن وجدت هذه الصناعة عام 1870، فهو قد أنتج خلال تاريخه جميعاً 5885 مليون طن، وفي الفترة التي تلت الحرب العالمية الثانية ما بين 1946–1955 أنتج 1900 مليون طن، وهو فى هذه السنوات العشر قد قفز قفزة عاليى رفعت إنتاجه من 110 مليون طن في 1946 إلى ما يزيد عن 260 مليون طن عام 1955 أي بزيادة قدرها 150% ومن المتوقع أن يبلغ 330 مليون طن عام 1960 فيكون بذلك قد تضاعف ثلاث مرات منذ أن وضعت الحرب العالمية الثانية أوزارها.

وصناعة الحديد كما بينا لا تنهض على خاماته المعدنية وحدها، بل ثمة مادة أساسية أخرى هي الفحم الكوك لابد منها لتقوم هذه الصناعة وتنتعش، وبسبب هذه الصلة الوثيقة والارتباط الشديد لا نستطيع أن نتحدث عن الحديد وصناعته من ناحية الخامات الحديدية وحدها، بل لابد أن نزاوج بينها وبين شقها الحيوي الآخر وهو الفحم.

وأسعد الدول حالاً هي التي تمتلك الشقين العظيمين في جودة وسخاء، فتقوم بها صناعة الحديد مأمونة مضمونة ثابتة الأركان، وتبني مجدها على أساس وطيد لا تزلزله الحوادث أو تعصف به عواصف السياسة ومشكلاتها، فتهدد بالنقص والحرمان، والتوقف والانهيار، وأحسن الأمثلة

على ذلك الرخاء الاقتصادي والمجد الصناعة ورسوخ القدم في صناعة الحديد وازدهارها هي الولايات المتحدة الأمريكية، إذ عمرت أرضها بالوفرة الوفيرة من خام الحديد الجيد وزخرت بمناجم الفحم الممتلئة الواسعة، فهي تستخرج حوالي مائة وعشرين مليون طن من خام الحديد في العام أو 40% من خام العالم أجمع. ويرقد الجزء الأكبر من كنوز الحديد في الولايات المتحدة الأمريكية في منطقة بحيرة سوبريور التي تقع إلى الشمال الشرقي من هذه البلاد، ومنها يخرج ثلثاً خام الولايات المتحدة، يستخرج من سلسلة طويلة من الجبال المنخفضة، تعمر وتزخر بالحديد في موضعين هامين منها، الأول إلى الغرب من البحيرات في ولاية منيسوتا وفيها مناجم ميزابي الشهيرة، أحدث وأغنى مناجم الحديد في العالم، أنتجت في عام 1953 أكثر من 80 مليون طن من الخام، والموضع الآخر إلى الجنوب من البحيرة في ولاية ميتشجان وأسهم بـ13.6 مليون طن من الخام عام 1953. ورغما عن بعد هذه المنطقة عن مناجم الفحم التي تقع إلى الشرق منها في بنسلفانيا، فإن وفرة الخام وسهولة استخراجه وجودة صنفه، يضاف إلى ذلك رخص المواصلات المائية عبر بحيرات هذه المنطقة، جعلت لهذا الخام الشأن الأكبر في صناعة الحديد في العالم أجمع، وعن مناجم الحديد في الغرب من منطقة البحيرات تقلع سفن ضخمة مسطحة القاع تحمل هذا الخام الكريم مولية صوب بحيرة ايرى، فتفرغ حمولتها في كليفلند حيث تقوم مصانع الحديد والصلب الكبرى، أو يحمل الخام مرة أخرى في القطارات متجهاً صوب مدينة بتسبورج في ولاية بنسلفانيا الشهيرة بمناجم الفحم، وتفرغ هذه القطارات حمولتها من الحديد لتحمل

بدلاً منها حمولة الفحم تعود بها إلى مصانع كليفلند على شاطي بحيرة أيرى، وهكذا تتبادل هذه القطارات خام الحديد والفحم بين كليفلند وبتسبورج فتقوم الصناعة في البلدين، والقليل من سفن الحديد لا ييمم شطر الشرق بل تهبط جنوباً في بحيرة ميتشجان إلى مدينة شيكاغو حيث تقوم بعض مصانع الحديد التي تتولى صنع الآلات الزراعية لمن يجاورها من الفلاحين والمزارعين.

وخام هذه المنطقة من نوع الهيماتيت (حجر الدم) يحتوي على 50–60% من معدن الحديد.

والمنطقة الثانية في الولايات المتحدة الأمريكية تقع إلى الجنوب الشرقي من هذه البلاد في ولاية الباما وأنتجت عام 1953، 7.5 مليون طن من الخام أغلبه من الهيماتيت، وإلى جوارها ترقد مناجم الفحم الجيد مما ساعد على قيام صناعة الحديد في مدينة برمنجهام بتلك الولاية.

وهناك مناطق أخرى أقل أهمية من هاتين المنطقتين في بنسلفانيا ونيويورك وغيرهما.

ورغما عن هذه الكنوز الهائلة من مناجم الحديد، فإن الولايات المتحدة الأمريكية لا تكفي بما تخرجه هذه الأرض الطيبة، بل تستورد من خامات الغير، تستورد من شيلي والسويد وكندا وغيرها من البلدان.

أما مقياس المجد الصناعي والقوة والجبروت فهو فيما تنتجه البلاد من الصلب ذلك المعدن الجبار إله الحرب والبأس، وعما الجيوش الحديثة

وروحها للفوز والانتصار، والولايات المتحدة الأمريكية تقفز بإنتاج الصلب قفزات واسعة سريعة حتى تكون لها الغلبة والسيادة وتقبض على زمام العالم، والمتتبع للإنتاج الأمريكى من الصلب منذ بدأت الحرب العالمية الثانية إلى يومنا هذا يرى مقدار ما وصلت إليه الولايات المتحدة الأمريكية من جنون الإنتاج والتسلح. ففى عام **1938** لم يكن إنتاجها من الصلب يزيد على **30** مليون حتى قارب **80** مليون طن في نهاية الحرب، وحين انتهت الحزب بانتصار الحلفاء وسحق أعدائهم أخذت فورة الحماسة والجنون تهدأ وتستقر وعاد الإنتاج الأمريكي من الصلب في عام **1945** إلى **72** مليون طن ثم إلى **60** مليون طن عام **1946**، فلما اشتد الصراع والتوتر السياسى بين أمريكا وعدوتها الشرقية الجديدة (روسيا) ارتفعت حمى الإنتاج وحرارته مرة أخرى إلى **77** مليون طن في عام **1947**، حتى بلغت **105** مليون طن في عام **1955**.

وإلى جوار هذا المجد المخيف، مجد المدفع والسلاح، تتمتع الولايات المتحدة الأمريكية بأحسن وسائل المدنية الحديثة وأنفع آلاتها، والمواطن الأمريكية أسعد أهل الأرض جميعاً استمتاعاً بالحياة ومباهجها بما يسرت له ثروة بلاده وكنوزها ومجدها الصناعى، ولو شئنا أن نعبر عن مدى هذا العمران وتلك المدنية، فالولايات المتحدة على رأس الدول إنتاجاً للآلات الزراعية التى توفر الكثير من الوقت والجهد والمال، وتزيد من غلات الأرض وثمارها، وتؤتى محاصيلها أضعافاً مضاعفة بايسر السبل واثمر الجهود، أما عن وسائل المواصلات التي تخلق الحياة وتنفخ الروح في أنحاء البلاد، فالولايات المتحدة تسبق العالم بمدى واسع بعيد، إذ توجد فيها

وحدها ثلث السكك الحديدية بالعالم جمع، ولا أحدثك عن السيارات الأمريكية فهي تمتلك من السيارات ثلاثة أضعاف ما تملكه أمم العالم الأخرى، هذا إلى ما استحدث من الأدوات الكهربائية التي تيسر الحياة وأعبائها على القادرين الموسرين، بل تحيل هذه الأعباء إلى متعة ونعيم، والولايات المتحدة الأمريكية ربة هذه الأدوات الكهربائية إنتاجاً واستعمالاً لا تدانيها في ذلك أمة من مشارق الأرض أو مغاربها.

والمنطقة العالمية الثانية للحديد تقع على الحدود الشرقية لفرنسا حيث توجد مناجم اللورين ورواسبها الهائلة في حوض نهر الموزل أحد فروع الرين، ومنها تستخرج فرنسا أكثر من 955 من خاماتها الحديدية. وهي بوضعها الخطير قريبة من الحدود الألمانية كانت دائماً مثار الطمع والنزاع بين القوتين الكبيرتين في أوروبا (ألمانيا وفرنسا). ففي نهاية الحرب الفرنسية البروسية التي انتهت بهزيمة فرنسا عام 1870، استحوزت ألمانيا على هذه المنطقة العامرة، وخطت الحدود تاركة لفرنسا حوض بريي **Briey** الذي يحتوي خاماً حديدياً يسمى المينت لم يكن له شأن أو أهمية في ذلك العهد لما يحتويه من عنصر الفوسفور الضار، ولم تمض تسع سنوات على هذه المعاهدة حتى اكتشف توماس طريقته الشهيرة للتخلص من الفوسفور، وقدر لهذا الخام المنبوذ أن يصبح ذا قيمة اقتصادية كبيرة للبلد المغلوب على أمره، إلا أن مجد ألمانيا الصناعي وعلو كعبها في صناعة الحديد أنما يرجع إلى مناجم الرور الزاخرة بأجود أنواع الفحم، ودقت الحرب العالمية الأولى وكانت ألمانيا في أوج مجدها ووفرة إنتاجها من الصلب، ففي عام 1913 كان إنتاجها أكثر من 19 مليون طن، بينما لم يزد إنتاج فرنسا عن

4.4 مليون طن، أما إنتاج بريطانيا حليفة فرنسا فكان 7.7 مليون طن، وأمكن لألمانيا الفتية، أن تواجه الدولتين الحليفتين، فجردت فرنسا حتى من منطقة المينت الباقية مما أعجز فرنسا حتى كادت تخر على ركبتيها، فلما دخلت أمريكا بإنتاجها البالغ 30 مليون طن في العام في ذلك الحين مال ميزان الحرب ودارت الدائرة على ألمانيا، وهكذا قدر لفرنسا أن تثأر وتتحكم وتملي شروطها في معاهدة فرساى، فسلخت عن ألمانيا مع منطقة اللورين الحديدية العزيزة منطقة السار بما تحوي من مناجم الفحم الكبيرة، وفقدت ألمانيا بذلك موردا الرئيسي لخام الحديد الذى كان يمدها بأربعة أخماس ما تستهلكه من الخام، علاوة على منطقة السار الفحمية، فتزحزحت ألمانيا الكسيرة عن مجدها الصناعي، إلا أنها لم تنجدر إلى قاع الهاوية، إذ ضاعفت جهودها في الحصول على الخام مما تبقى لديها من المناجم الغربية، وما تصل إليه يداها من حدود منطقة الريم، كما أكثرت من استيراد الخامات من مختلف أنحاء العالم ومن أرجاء أوروبا، وساعدها على ذلك الممرات المائية الثكيرة التي تربطها بأنحاء القارة، وسهولة المواصلات ورخصها، هذا وقد بقيت لها مناجم الفحم الممتازة في الرور في غربها وسيليزيا في شرقها، فأخذت ألمانيا بجدها ونشاطها ومهارة عمالها وتفانيهم وإخلاصهم تستعيد مجدها وجبروتها في صناعة الصلب، فما أتى عام 1925 حتى بلغ إنتاجها 12 مليون طن، بينما لم تزد فرنسا عن 7 مليون طن وانجلترا عن 6 مليون طن في هذا العام، وهكذا قفزت إلى المرتبة الأولى في أوروبا واستردت مكانها في العالم بعد الولايات المتحدة الأمريكية.

أما فرنسا فلم تهنا كثيراً بمنطقة الرين، بطن أوروبا العامرة بالحديد، فرغما عن سخائها بالخام، إلا أنها تفتقر إلى الفحم روح الصناعة وباعثها. لذا لم يكن عجيباً أن ترنو وتسعى لضم منطقة السار الفحمية، واستمتعت بها مدى خمسة عشر عاماً، فلما كان عام 1935 عادت المنطقة إلى الأراضى الألمانية، وزلزلت الأرض تحت أقدام الصناعة الفرنسية، وأخذت تبحث عن عوض وبديل فنشطت في تعدين حقول فحمها الشمالية، وعقدت أواصر الصداقة والتبادل التجاري بينها وبين بلجيكا وهولندا، واستمدت منها الفحم الثمين، ودفعت المنفعة المتبادلة الدولتين اللدودتين أن يتبادلا مواد الصناعة وخاماتها، وأخذت القطارات المحملة بالخام الحديدي تعبر الحدود الفرنسية إلى ألمانيا وتعود منها مثقلة بفحم الرور، إلا أن ميزان صناعة الحديد والصلب يميل دائماً ناحية الفحم ووفرته، وهكذا نرى فرنسا ثانية بلاد العالم إنتاجاً لخام الحديد، والذي يبلغ متوسط إنتاجها السنوى في الفترة ما بين عام 1934– 1938، 34 مليون طن من الخام، تصدر جزءاً كبيراً من هذا الخام يكاد يبلغ النصف، بينما ازدهرت صناعة الحديد وقويت في منطقة الرور الفحمية في ألمانيا، حيث قامت مصانع كروب وثيسن العالمية الشهيرة، التي مدت النازي بالأسلحة الجبارة، فاشتدت شوكة ألمانيا وقويت شكيمتها وأخذت تتطلع للسيطرة على العالم وسيادته، فأعلنت الحرب العالمية الثانية عام 1939، وفي جعبتها من أسلحة الفتك والدمار ما استطاعت أن تكتسح به أوروبا بأسرع من لمح البصر، ثم دخلت أمريكا الحرب بمواردها الضخمة التي لا تنفذ، وأسهمت

روسيا بالرجال والصبر والبطولة الخالدة، وتتابعت المحن وخرت ألمانيا صريعة تفوق أعدائها في صناعة الحديد.

وقد يقتضينا الأنصاف أن ننوه بما بلغته الصناعة الألمانية قبل الحرب من مجد وشهرة، وما كانت عليه منتجاتها من الاتقان والمتانة، وما اشتهر به الصلب الألماني وآلاته من صفات الجودة والقوة والكمال. ومنذ أن وضعت الحرب أوزارها، ومرت فترة القلق والاضطراب، بدأت صناعة الحديد والصلب تنهض من عثارها في الدولتين، وفي عام **1954** بلغ إنتاج جمهورية ألمانيا الغربية من خام الحديد حوالى **15** مليون طن وأنتجت من الصلب **17.5** مليون طن، أما فرنسا فلقد أخرجت في هذا العام **42** مليون طن من الخام ولم تصنع سوى عشرة ملايين طن من الصلب.

وليس خام الحديد الفرنسي في اللورين من النوع الممتاز، بل أن أغلبه خام أصفر يسمى الليمونيت لا تزيد نسبة معدن الحديد فيه عن **35%**.

أما صناعة الحديد الانجليزية العتيدة، فلقد قامت من قديم الأزمان على خامات حديدية تصاحب مناجم الفحم الغنيمة فكان سبيها سهلا ميسراً، إلا أن هذه الخامات لم تكن من الكثرة والوفرة لتعيش بها الصناعة طويلاً، إذ سرعان ما استنفدت هذه الخامات وانقطع تلازم الفحم وخام الحديد الذي كان يسود الصناعة القديمة.

والجزر البريطانية، بعكس فرنسا، فقيرة في خامها غنية بأجود أنواع الفحم، ولا يستطيع خامها الفقير الذي تستعدنه من مناجم كليفلند في يوركشير وما حولها، والذي تتراوح نسبة الحديد في بين 20، 305 فقط، أن يفي بحاجة المصانع البريطانية أو تقوم عليه أية نهضة للحديد والصلب، ولولا وجوده قريباً من سطح الأرض وسهولة استخراجه وتوافره في داخل البلاد لما أعاره رجال الحديد التفاتاً، ولقد بلغ إنتاج انجلترا من الخام عام 1954 ستة عشر مليون طن لا تزيد كمية معدن الحديد فيها عن أربعة ملايين من الأطنان، إلا أن إنتاجها من الصلب في هذا العام بلغ 19 مليون طن، وهو يرجع بلا شك (علاوة على الحديد الخردة المستخدم في صناعة الصلب) إلى ما تستورده انجلترا من خامات الحديد الجيدة من أسبانيا والجزائر، كما تتلقى بعضاً من خام اللورين الفرنسي، وتشتري من السويد خام الماجنتيت الممتاز.

وهكذا نرى الصناعة البريطانية لا تقوم على المواد الخام وتوافرها، بل تقوم على الوقود فقط روح الصناعة ومحركها، ومصانع انجلترا الحديدية الكبرى إنما تقع في حقول الفحم الغنية الواسعة حيث يحمل الخام من مناجمها المتواضعة وما تستورده من الخامات الجيدة.

ولقد كانت انجلترا أم الحديد وصناعته خلال القرن الماضي، فلما اشتدت النهضة الصناعية في أواخر هذا القرن، وسجلت صناعة الحديد والصلب وثباتها الموفقة في عالم الإنتاج والجودة، برزت إلى الميدان بلاد بكر رخاء غنية بمواردها التي لا تنفذ، وشقت الولايات المتحدة الأمريكية طريقها في سرعة البرق فما أتى عام 1880 حتى تقدمت انجلترا وفاقتها في

مضمار الحديد والصلب، ومنذ ذلك الحين احتفظت البلاد الأمريكية بقصب السبق، بل أنها ارتفعت إلى قمة عالية تشخص إليها الأبصار، ثم قفزت في أثرها ألمانيا ومن ورائها روسيا فتخطت البلاد الانجليزية التي أصبحت رابعة الدول إنتاجاً للصلب قبل الحرب العالمية الأخيرة، ثم اقتلعت الهزيمة ألمانيا من مكانها وتقدمت البلاد الانجليزية لتأخذ المرتبة الثالثة.

ويقودنا الحديث الآن أن نتناول روسيا ومجدها الصناعي الوثاب، منذ انتصرت الثورة البلشفية عقب الحرب العالمية الأولى، وقبلاً لذلك وفي عهد القياصرة لم تستغل روسياي من أرضها الشاسعة المترامية الأطراف سوى جزء يسير من مناجم كريفوري روج في أوكرانيا إلى الشمال من البحر الأسود، فلما انتهى عهد القياصرة وتغيرت الحال في روسيا بادر السوفيت فشمروا عن ساعد الجد والهمة وأخذوا يبنون لمجد بلادهم الفتية الوثابة، فوسعوا من مناجمهم القديمة وكشفوا وفتحوا بقاعاً جديدة عامرة بأجود أنواع الخام، وقفزت الدولة المبعوثة في فترة وجيزة لا تتعدى عشرين سنة إلى مصاف الدول الكبرى المنتجة للحديد.

وحتى اليوم ما زالت مناجم كريفوى روح القديمة، التي اتسع نطاقها وامتدت رقعتها امتداداً كبيراً، هي أكبر المناطق الروسية إنتاجاً لخام الحديد. ورغما عن بعدها عن مناطق العمران فيما قبل النظام السوفيتى الجديد، فلقد كان خامها يحمل إلى الشرق حيث حقول الفحم بحوض نهر الدونتز، ثم تعود القطارات فارغة لتحمل شحنتها من جديد، وحين فطنت الدولة

الجديدة إلى تلك الخسار حملت هذه القطارات بالفحم لتقوم صناعة الحديد أيضاً في الطرف الآخر في كريفوى روج.

وثمة طريق آخر أقل شأناً من سابقه يجمع بين حقلي الحديد والفحم، طريق يجرى عبر بحر آزوف (جزء من البحر الأسود) إذ يحمل الخام من مدينة كرتشي في الطرف الشرقي لشبه جزيرة القرم، فيتجه إلى الشمال حيث ميناء مريول فيبادل شحنة الحديد بشحنه الفحم، وهكذا تقوم الصناعة على طرفي الطريق.

ومن بين المناطق الحديثة التي اكتشف في السنوات الأخيرة، منطقة عظيمة آخذة في التقدم والأهمية لتنافس منطقة كريفوى روج، وهي تقع في جنوب سلسلة جبال الأورال التي تفصل بين أوروبا وآسيا، وهي عامرة بأجود أنواع الخام، سهل المنال والتعدين، وترتبط هذه المنطقة الكبيرة بمنطقة فحمية تقع إلى الشرق منها في وسط روسيا الأسيوية وهي منطقة كوزنتسك تمدها بخام الحديد لتأخذ عنها الفحم فتزدهر الصناعة بالمنطقتين.

وهكذا نشطت مناطق الحديد ومناطق الفحم معاً، وقامت الصناعة فيها جميعاً شامخة عالية، إلا أن روسيا لم تقنع بتلك النهضة الصناعية المباركة، بل امتد نشاطها وهمتها إلى أطراف أرضها الواسعة المترامية، في أقصى الشمال في شبه جزيرة كولا، وفى الجنوب على سفوح القوقاز، ويممت إلى أقصى الشرق نحو المحيط الهادي على حدودها الجنوبية الشرقية، تبحث وتنقب وتكشف عن مناجم جديدة للخام الكريم.

والإنتاج الروسي من الحديد والصلب يتزايد حسب خطة موضوعة، فلقد كان إنتاجها من الصلب عام 1948، 22.2 مليون طن، وتذكر الإحصاءات الأخيرة أن روسيا قد أنتجت عام 1955، 41 مليون طن من الصلب.

أما بلاد الخام الممتاز الذي ترتفع نسبة الحديد فيه إلى 68% فهي السويد التي تضم أشهر مناجم الماجنتيت في العالم، إلا أنها تفتقر إلى الفحم، وتقع هذه المناجم إلى الشمال في منطقتي كيرونافارا وجيلانافارا حيث يستعدن الخام ثم ينقل إلى ميناء نارفك النرويجي ومنه يصدر إلى مختلف البلاد الأوربية الصناعية التي تتهافت عليه لصنع أجود أنواع الصلب وأنقاها.

وفي أواسط البلاد السويدية تقع مناجم أخرى للماجنتيت أقل شأناً من الأولى، تستهلك خامها محلياً لصناعة الصلب السويدية، ولقد أخذت السويد تستزيد من استيرادها للفحم لتنهض بصناعة الحديد في بلادها حتى بلغ ما أنتجته من الصلب في عام 1953، 1.7 مليون طن، وساعد على نهضة هذه الصناعة توافر القوى الكهربائية ورخصها في تلك البلاد، أما إنتاجها من الخام في تلك السنة فلقد بلغ 17 مليون طن تعادل ما يقرب من 45 مليون طن من الخام الانجليزي الفقير.

ومن البلاد الشرقية التي نهضت نهضة مباركة وينتظر لها مستقبل باهر في صناعة الحديد والصلب، الهند، إذ بلغ إنتاجها عام 1953 من الخام 3.6 مليون طن وانتجت من الصلب 3 مليون طن وهي بصدد إقامة ثلاث مصانع لتضاعف هذا الانتاج.

أما البلاد المنتجة للخام فتعجز عن استخلاصه وصناعته لحاجتها إلى الفحم، فتضطر إلى تصديره لمن يطلبه من البلاد الصناعية فهي أسبانيا والجزائر وشيلي، ويتراوح إنتاج كل منها من 2 إلى 3 مليون طن من الخام في العام.

وهناك البلاد الصناعية التي وهبها الله الفحم فاستوردت الخام وقامت بها صناعة الحديد، ومنها بلجيكا التى وصل إنتاجها من الصلب عام 1954 إلى 5 مليون طن، وتشيكو سلوفاكيا وبها مصانع سكودا الشهيرة للأسلحة والصلب وكان إنتاجها في نفس العام 4 مليون طن، وبولندا وبلغ إنتاجها 2.5 مليون طن، أما اليابان فرغما عن أن لها إنتاجاً من الخام الذي يبلغ 2.5 مليون طن فى العام إلا أنه رديء فقير في الحديد، وتعتمد أكثر ما تعتمد على ما تستورده من خامات الصين ومنشورياً، وكان لها شأنها الصناعى قبل الحرب الأخيرة، فلما لحقتها الهزيمة المنكرة تقوض هذا المجد، ثم أخذت روح الأمل والانتعاش تدب فيها مرة أخرى فبلغ إنتاجها من الصلب عام 1954، 7.75 مليون طن.

ولايطاليا وضع غريب في الحديد وصناعته، فهي لا تمتلك خاماً ولا فحماً ومع ذلك قامت بها صناعة الحديد على ما تستورده من كليهما، وبعد أن استردت أنفاسها عقب المحنة الأخيرة أخذ إنتاج الصلب يزداد فيها حتى بلغ 4 مليون طن عام 1954.

الفصل التاسع

الحديد في مصر

طيب الله ثرى قدماً المصريين، فلقد كانوا رجال علم وعمل معاً، لم يدعوا من السهل أو الجبل مكاناً إلا مشت إليه أقدامهم وعملت فيه أيديهم، وقد يحسب المكتشف أو الباحث أنه قد وقع على كنز لم تشهده عين ولم تصل إليه يد، حتى يرى من آثار أيديهم وناطق أعمالهم ما يدفع عنه الظن، ويبعث فيه الإعجاب والروعة والإجلال.

وأكاد أقول أن أجدادنا عرفوا كل شيء، وفي ميدان الصناعة عرفوا الحديد ومواطنه والكثير من استعمالاته، وهذا الحجر الأحمر الكريم الذيء يرقد بجوار أسوان عرفوه وسحقوه واستخدموه في نقوشهم الرائعة الخالدة.

وتقع تلك المساحة الواسعة التيء تحتضن كنوز الحديد، والتي رقدت قروناً عديدة رقدة همود وموت ونسيان منذ أن نفض عنها فراعنة مصر أيديهم إلى أن وجه الأنظار إليها المهندس لبيب نسيم، تقع إلى الشرق من أسوان على مسطح قدره 1250 كيلو متر مربع، بطول يقرب من 55 كيلو متراً وعرض 27 كيلو متراً، يمر بها شمالاً وادي أبي صبيرة وشرقاً وادي علاوي وجنوباً وادي أبي عجاج وغرباً نهر النيل، وهي عبارة عن

هضبة منبسطة يتراوح ارتفاعها من 200 إلى 300 متر فوق سطح البحر والمنطقة المنتظر البدء باستغلالها تبعد 15 كيلو متراً شرق النيل.

ويوجد الخام بين طبقات من الحجر الرملي والطين، فعلى قاعدة من صخور الجرانيت والشيست تكونت في فجر العصور الجيولوجية (عصر البريكامبريان) رقدت طبقات فوق طبقات من الحجر الرملى الذى يرجع عهده إلى العصر الطباشيري وبين طيات هذا الحجر توجد طبقتان من خام الحديد، الطبقة السفلى لا تبلغ من السمك والأهمية تبلغه الطبقة العليا، وليس من الضروري أن توجد الطبقتان، بل كثيراً ما تختفي الطبقة السفلى وتتلاشى ولا يوجد أثر لها، أما الطبقة العليا فقد تظهر على سطح الأرض أو تعلوها طبقات من الحجر الرملي والطين تختلف في الارتفاع بين بضعة أمتار إلى خمسين متراً، ويتراوح سمك هذه الطبقة من 20 سنتيمترا إلى مترين وربع وهذه هي الطبقة المعطية للخام ذي القيمة الاقتصادية الكبرى.

والخام (هيماتيت) من نوع رسوبى، أحمر كالدم الغامق، محبب في حبيبات يبلغ قطرها من 1-1.2 ملليمتر، متماسكة إلى بعضها بوسط من الخام الحديدي، والحبيبات أغنى في كمية الحديد، إذ يبلغ متوسط نسبته في الحبيبات 60% بينما الوسط الماسك لا يبلغ سوى 40%، وتقدر الاعتبارات الفنية عادة على أساس خام متوسطه 50% من الحديد، وواحد في المائة من الفوسفور، 12% من أكسيد السليكون على وجه التقريب.

وإذا سألت عن مقدار هذا الخام الراقد بجوار أسوان في طبقات رسوبية أفقية والذي اكتشف عام 1917، فلا شك أنك تعجب إذا علمت أن أول تقدير لكميته كان عام 1931 حين حضر إلى مصر الدكتور المر فاداز، استاذ الجيولوجيا بجامعة بودابست، وقام بدراسة المنطقة وفحصها، دراسة لم تستغرق سوى 29 يوماً فقط، حسب خلالها كمية الخام على مساحة قدرها 450 كيلو متر مربع، وعلى أساس الطبقة العليا وما يظهر منها على سطح الأرض، مقدراً أن سمكها يبلغ في المتوسط 96 سنتيمترا ومتخذا نصف هذا السمك أساساً لتقديره (أبى بحساب نصف متر) بكمية قدرها 84 مليون طن، ثم أردفها باحتياطي آخر يبلغ 260 مليون طن، وأغرق بعضهم في التفاؤل فقدر كمية الخام بأكثر من آلاف مليون طن، ثم أتت شركة براسرت عام 1939 فقالت: "لقد دلت أبحاثنا على وجود 13.5 مليون طن من الخام الجيد"، أما الأبحاث الجيولوجية الحديثة التي تقوم بها مصلحة المساحة الجيولوجية فلم تنته بعد، غير أنها لا تذهب مع المتفائلين أو تغرق في التساؤم مع المبخسين، بل تقدره مبدئياً بحوالي 60 مليون طن.

ولو شئنا أن نعدد مزايا الخام وصلاحيته للاستعمال لوجدنا من وفرته وطبيعته وطبقاته الأفقية التي تظهر في أماكن كثيرة من سطح الأرض، ثم قربه من النيل وأسوان وخزانها والكهرباء المنتظرة، لوجدنا من هذه جميعاً مشجعات لاستخدام هذا الخام لإقامة صناعة الحديد.

وللخام إلى جانب ذلك عيوب، هي وأن قلت جديرة بالذكر، أهمها ما يذكره الدكتور فاداز من قلة سمك طبقة الحديد واتساع رقعتها، فاستخراجه محتاج إلى التنقل والمسايرة، فعدلاً من أن يتركز الخام من طبقات سميكة تقف عندها عربات النقل حيث يغرف من الخام فلا يسارع بالنفاد، إذ يحتاج خامنا أن ننتقل بعرباتنا من بقعة نفد ما حولها من الخام الرقيق إلى بقعة جديدة أخرى وهكذا.

وهناك عدا ذلك مناطق لخام الحديد تتفرق في أنحاء مختلفة من مصر، ففي الصحراء الشرقية على حافتها التي تطل على البحر الأحمر، وفى المنطقة الممتدة بين سفاجه ورأس بناس، يتفرق الخام في أماكن مختلفة، ويستعرض مدير المساحة الجيولوجية في تقرير له نشر عام **1950** مناطق ثلاث يرى أنها جديرة بالنظر والاعتبار وهي:

1- منطقة واديالكريم التي تبعد **42** كيلو متراً من القصير وتقدر كمية الخام بها بحوالي **30** مليون طن.
2- منطقة وادي سويقات أم لصف وتبعد **65** كيلو متراً من ميناء أم غيج (جنوب القصير **50** كيلو متراً) وتقدر كمية الخام بها بحوالي **20** مليون طن.
3- منطقة وادي أم حجاليج وتبعد **65** كيلو متراً من مرسى مبارك (جنوب القصير **75** كيلو متراص) وتقدر كمية الخام بها بنحو من **15** مليون طن.

إلا أن الأبحاث الجيولوجية التي قامت بها مصلحة المناجم والمحاجر أخيراً أثبتت أن هذه التقديرات مبالغ فيها.

وخام هذه المناطق الثلاث يتخلل صخور الشيست، وهو من نوع أوكسيد الحديد المغناطيسي المعروف بالماجنتيت، صلد صعب التكسير، يحتوي على حوالي 50% من معدن الحديد وتتراوح نسبة السليكا فيه بين 15، 30%.

أما في الصحراء الغربية، ففي الواحات الخارجة والداخلة تتكفل المياه الارتوازية التي تأتي من أعماق كبيرة بترسيب جسور سميكة من المغرة الحمراء والمغرة الصفراء، وهي أنواع جيدة من خام الحديد، تسحق وتستعمل في الطلاء.

أما الواحة البحرية شمالها جبل غرابي فتوجد طبقة رسوبية من خام الحديد الأصفر (ليمونيت) بسمك يبلغ حوالي أربعة أنتار، وتقدر كمية الخام هناك بحوالي 20 مليون طن، وقد أظهر التحليل الكيماويأنها تحتوي على متوسط قدره 50% من معدن الحديد، وفي الوقت الحاضر يقف بعد تلك المنطقة عن النيل وطرق المواصلات حجر عثرة في طريق استغلال الخام.

وأخيراً شبه جزيرة سيناء، ففي الجزء الغربي منها، تأبى الطبيعة أن تهبنا الحديد منهبنا الحديد منفرداً، بل تخلطه بالكثير من المانجنيز حتى لتخرجه عن الحد الصالح لأكاسيد الحديد المستغلة، وبلغ متوسط التحليل

الكيميائي لكثير من هذه العينات المختلطة أنها تحتوي على 35% من معدن المانجنيز، 235 من معدن الحديد، وفي الجزء الجنوبي من شبه الجزيرة توجد بعض خامات من الهيماتيت والليمونيت بكميات قليلة، وفي مناطق لا يسهل الوصول إليها، لهذا عدمت فائدتها الاقتصادية في الوقت الحاضر.

ولنتحدث الآن عن صناعة الحديد في مصر، ولصناعة الحديد في مصر قصة بدأت أولى حلقاتها عام 1923 حين قامت مصلحة المناجم بدراستها لمنطقة الحديد بأسوان، فقدرت أن الخام موجود بكميات هائلة قدرتها مع التحفظ الشديد بخمسين مليون طن، متوسط معدن الحديد فيها 50%، موزعة في طبقة تكاد تكون متصلة في كل المنطقة، يتراوح سمكها بين 50–200سم، وقالت بأن ظروف التعدين ملائمة لاستغلال هذا الخام؛ وقدرت نفقات استخراجه تقديراً مبدئياً بما يتراوح بين 20–25 قرشاً للطن الواحد على أساس استخراج 250 ألف طن في العام، وحسبت تكاليف نقله إلى السكة الحديدية قرب أسوان بسبعة قروش للطن، ثم عرضت أبحاثها على الدكتور فايلمان الخبير الكيميائي لمصلحة التجارة والصناعة لإبداء رأيه في إمكان أقامة صناعة الحديد والصلب بالقطر المصري، فجاء تقريره مخيباً للآمال، إذ أوضح أن الناتج المصري يكون أغلى بكثير من الناتج في الأسواق العالمية في ذلك الحين

وإذ كانت هذه البحوث لا تزال قائمة، ولم تكن قد بلغت نتيجتها الحاسمة، عرض الأستاذ لبيب نسيم (صاحب عقود استغلال الخام والتي

جدها له وزير المالية آنذاك لمدة ثلاث سنوات تنتهي في آخر مايو سنة 1933، على أن يكون هذا آخر تجديد لها)، عرض على الوزارة أن تمنحه مهلة أخرى يتمكن فيها من الوصول إلى قرار نهائى في شأنها، حتى إذا وضح له إمكان القيام باستغلالها لصناعة الحديد، علاوة على صناعة الأصباغ التي كان

يقوم بها، يعمل على تكوين شركة لا يقل رأسمالها عن مائة ألف جنيه لاستثمار المنطقة وإنشاء مصانع للحديد بالقطر المصري، واستقدم لذلك الدكتور المر فاداز الذي قدم تقريره في 18 مايو سنة 1932، ورغما عن أن هذا التقرير قد بين صلاحية الخام للاستغلال وإقامة الصناعة، إلا أن أسعار الحديد في ذلك الحين كانت منخفضة انخفاضاً غير طبيعي فلم تساعد على إحياء المشروع وتنفيذه، وهكذا لم يتمكن الأستاذ لبيب نسيم من تكوين الشركة التي نصت على إنشائها الأجازة.

ثم بدأ مشروع توليد الكهرباء من مساقط خزان أسوان يشغل اهتمام الحكومة بطريقة جدية، ورؤى أنه قد يكون من وراء تنفيذ هذا المشروع تعديل جوهري لبعض الظروف المحيطة بصناعة الحديد، بحيث تصبح بعد تنفيذه في حيز الإمكان الفعلي، فعرض الأستاذ نسيم على الوزارة أن من حقه وقد قام ببحوث طويلة في هذه المنطقة ألا يحرم من الثمرة المنتظرة من قيام هذا المشروع، وطلب أن يمنح مهلة أخرى ليتمكن من الاستفادة من هذا العامل الجديد، فوافقت الوزارة على منحه تجديداً آخر لمدة خمس سنوات نهايتها آخر مايو سنة 1941.

وإذ اشتد التوتر السياسي قبيل الحرب العالمية الثانية وأخذت الدول الكبرى تنشط في التسلح، وأدى ذلك بطبيعة الحال إلى كثرة الطلب على خامات الحديد وارتفاع أسعارها، ومن ثم تمكن الاستاذ لبيب نسيم من مفاوضة محلات وولف الألمانية لإنشاء شركة لاستغلال الخام وصناعة الحديد، على أن يكون اشتراك وولف في رأس المال بما بورده للشركة من آلات ومهمات، وقد اشترك معهم في مفاوضاتهم الأولى بيت ريتشارد توماس وشركاه أصحاب المناجم والمصانع في انجلترا، على أن الأستاذ نسيم رأى عرض الأمر على الوزارة بمصر قبل اتمام العقد، فافهمه رئيس الوزارة بالنيابة آنذاك (عثمان محرم) أن الوزارة تعتبر صناعة الحديد بأسوان صناعة قومية وترى أن تقوم بها شركة مصرية صميمة يكون للحكومة الجزء الأكبر من رأس مالها، وأن تبقى باقي الأسهم بأيد مصرية، فكان ذلك سبباً في تحويل العقد إلى عقد توريد خامات، وانسحب محل توماس الانجليزي لأن في مقدوره الحصول من مناجم أخرى على خامات مماثلة بسعر أرخص، أما محل وولف فاستمر في العقد نظراً لحاجة ألمانيا إلى هذه الخامات، ولانه وجد فيه وسيلة لتصريف مقادير كبيرة من الآلات والماكينات التي يقوم بصنعها، وأبرم العقد في عام 1938، ومن أهم مواد هذا العقد أن تتولى مصر تصدير 600 ألف طن من الخام سنوياً إلى محلات وولف بسعر الطن 14 شلنا (68 قرشا) تسليم المركب بميناء الاسكندرية، ونصت مادة أخرى على أن يقوم الاستاذ لبيب نسيم بتأليف شركة مساهمة مصرية رأس مالها لا يقل عن 600 ألف جنيه، وإلا فعليه أن يحصل على ضمان من الحكومة المصرية، وحين تعذر عليه تأليف هذه الشركة فلقد عرض الأمر

على الحكومة المصرية لتقديم هذا الضمان، فألفت الحكومة لجنة فنية لدراسة العقد كان مقررها الجيولوجي الكبير حسن صادق قالت في نهاية تقريرها: "أن هذا العقد ليس في مصلحة الفريق المصري، وتنفيذه يكاد يكون مستحيلاً" وهكذا مات العقد.

ثم قامت الحرب العالمية الثانية، فنام مشروع الحديد حتى أيقظته وزارة التجارة والصناعة حينما فكرت في الاستعانة بخبير فني لدراسة المشروع من جديد، واستقدمت لذلك المسيو مرسييه الفرنسى الذي حضر إلى مصر وأخذ يجري أبحاثه، وقد كلفته الوزارة بعمل تقرير عن إقامة مصنع للصلب ينتج مائة ألف طن، فقام مرسييه بوضع تقريره في ديسمبر **1948**، وإزاء هذا التقرير قامت إدارة القوى الكهربائية المائية بوزارة الأشغال بتأليف لجنة عالمية مكونة من خبيرين أمريكيين وآخر سويدى، والمسيو مرسييه الفرنسي، والمستر جون ميلز (واضع تقرير براسرت السابق) لفحص أحسن الوسائل لتنفيذ هذا المشروع، وأيهما أنفع اقتصادياً استخدام الكهرباء أم الفحم؟ وأرسلت اللجنة ردها في أبريل **1949** تقول:

"أن كلا الرأيين يمكن أن يقوم على أساس اقتصادي مربح في مصر وأن الصلب الناتج من استعمال الفحم أو استخدام الكهرباء سوف يكون من الرخص بحيث تستطيع مصر أن تنافس غيرها من الدول الأجنبية في الأسواق القريبة مثل لبنان وسوريا وفلسطين وشرق الأردن".

وألفت هيئة لدراسة مشروع الحديد المصري، فطلبت إلى الشركات الكبرى التقدم بمشروع تفصيلي لإقامة مصنع للحديد والصلب، وتقدمت 4 عروض، رأت الهيئة أن تستقدم بعض الخبراء لدراستها، إلا أنها أحجمت وترددت حتى تتبين اتجاه الحكومة وسياستها إزاء الموضوع، فلما لم تصل إلى رأي حاسم كفت الهيئة عن نشاطها وعاد المشروع يغط في سباته العميق.

ثم قامت الثورة في مصر عام **1952**، وكانت صناعة الحديد أول المشروعات الصناعية التي أولتها حكومة الثورة أهتمامها، فدعت الشركات العالمية للتقدم بمشروع لإنشاء مصنع بالقرب من القاهرة، وبعد دراسة العروض المقدمة اسندت العملية إلى شركة ديماج الألمانية.

وبمقتضى الاتفاق الذي وقع مع الشركة في **1954/2/11** عهدت الحكومة إلى هذه الشركة بتوريد الآلات والمعدات اللازمة للمصنع، ونص فيه على تأسيس شركة مساهمة مصرية تتولى تنفيذ المشروع وإدارته، وتساهم فيها شركة ديماج بما قيمته **20%** من ثمن الآلات والمعدات الموردة بحد أقصى قدره مليونان من الجنيهات، وتكونت شركة الحديد والصلب المصرية وبلغ رأسمالها **9.760.000** جنيه مصري.

وفي أوائل يناير **1955** بدء العمل في مناجم أسوان لاستخراج خام الحديد على نطاق ضيق ووصل الإنتاج (ديسمبر **1955**) **700** طن يومياً، والغرض من ذلك هو تخزين احتياطي للخام استعداداً لبدء تشغيل المصنع، وسوف يصل إنتاج المناجم إلى **2000** طن في اليوم عند بدء

الإنتاج في يوليه **1957**، وسيكون مقدار المخزون في ذلك الوقت **250** ألف طن من الخام.

ومصنع الحديد والصلب يقع جنوب حلوان على مساحة قدرها ألف فدان، وسيقام في هذا المصنع فرنان عاليان يبلغ ارتفاع الواحد منهما **50** متراً وينتج **400** طن من حديد الزهر في اليوم، وسيظل هذان الفرنان مشتعلين مدة سبع سنوات كاملة ليل نهار، ثم تطفأ لتجديد طبقة الطوب الحرارى المبطن بها الفرن، وقد تستغرق هذه العملية ما بين شهر وشهرين، كما خصص مكان لإقامة فرنين آخرين إنتاج الواحد منهما **600** طن يومياً، أما قسم الصلب فيحتوي على ثلاثة أفران من نوع محولات بسمر القاعدية وفرنين كهربائيين لإنتاج بعض الأصناف الخاصة من الصلب.

أما المواد الخام اللازمة لهذه الشركة سنوياً فبيانها كالآتي:

1- خام الحديد: **550** ألف طن من خام أسوان.
2- فحم الكوك: **310** ألف طن، تستورد من الخارج (الهند وبولندا)، ولما كان نولون نقل هذه الكمية يقدر بما يزيد على مليون جنيه في السنة، فقد رأت أنه من الأفضل الانتفاع بهذا المبلغ الضخم في شراء مراكب وتقدمت بمشروع إلى المجلس الدائم لتنمية الإنتاج القومة.
3- الحجر الجيري: **243** ألف طن تستخرج من جبل العمارة بجوار الرفاعي، على بعد **22** كيلو متراً من موقع المصنع.
4- الدولوميت: **8000** طن تستخرج من جبل عتاقه بالسويس.

5- المنجنيز: 12 ألف طن من شبه جزيرة سينا.

6- الماجنزيت والسليكا والفلورسبار: يستعمل الماجنزيت والسليكا في صناعة الطوب الحراري اللازم للأفران.

ويوجد الماجنزيت في مناطق مختلفة في مصر، منها جبل الميت على ساحل البحر الأحمر ويلزم الشركة 6.000 طن في العام.

والفلورسبار مادة تساعد على صهر الخبث القاعدي الذييحتوي على نسبة عالية من الجير، ويوجد في منطقة العينجية بالقرب من جبل الميت ويلزم الشركة 200 طن في العام.

أما إنتاج شركة الحديد والصلب المصرية فمن المقرر أن يبلغ 265 ألف طن من الصلب غير المشكل تعادل 220 ألف طن تامة التشغيل، بيانها كالآتي:

- 34 ألف طن من القضبان والفلنكات اللازمة لمصلحة السكك الحديدية.
- 60 ألف طن من ألواح صلب وصاج.
- 46 ألف طن قطاعات مختلفة مثل الكمرات والزوايا... ألخ.
- 80 ألف طن قطع صلب نصف مشغولة يتم تشكيلها بالمصانع المحلية.

وتقدر قيمة هذه المنتجات حسب أسعار الاستيراد بحوالي 9 مليون جنيه.

كما سيترتب على صناعة الحديد والصلب قيام صناعات أخرى أهمها:

1- صناعة السماد: يحتوي الحديد الزهر على كمية من عنصر الفوسفور وينتج عنه أثناء عملية تحويله إلى صلب سماد فوسفوري تبلغ كميته 50 ألف طن في العام وتقدر قيمته بحوالي 500 ألف جنيه.
2- صناعة الأسمنت: من خبث الأفران العالية الذي يبلغ 250 ألف طن في العام، يصنع منها حوالي 400 ألف طن من الأسمنت تقدر قيمتها بحوالى 1.200.000 جنيه.

هذا إلى جانب غازات الأفران العالية الناتجة عن اختزال خامات الحديد، والتي تبلغ 700 مليون متر مكعب في العام، تستدل في تشغيل محطة القوى الكهربائية وقوتها 45 ألف كيلووات، يحتاج المصنع منها إلى 25 ألف كيلووات، وباقي الطاقة الكهربائية توزع على الشبكة الكهربائية لمدينة القاهرة.

ولقد ترتب على حظر تصدير الحديد الخردة إلى الخاج بعد قيام الحرب العالمية الثانية، أن تكدست في البلاد كميات كبيرة من الحديد الخردة تربو على 400 ألف طن، فتشجعت بعض الشركات المحلية على إعادة صهر هذه الخردة وتحويلها الى مواد صناعية مختلفة أهمها أسياخ الخرسانة المسلحة.

وهناك ثلاثة مصانع تقوم بهذه العملية، أثنان منها يتبعان طريقة الفرن المفتوح، والثالث يستخدم طريقة الفرن الكهربائي، وتبلغ القدرة الإنتاجية السنوية لهذه المصانع الثلاثة حوالي **90** ألف طن من كتل الصلب غير المشكلة.

ولما كانت الخردة تتناقص بسرعة، ومن المقدر أن تنف في أواخر هذا العام، ثم لا تتعدى كمية الخردة المختلفة سنوياً **40** ألف طن، أدركنا أهمية قيام شركة الحديد والصلب المصرية لتسد النقص في تموين هذه المصانع الصغيرة بما تقدمه من قطع الصلب نصف المشغولة فتحفظ عليها بقاءها وحياتها.

الفصل العاشر

هذا هو الحديد

يقول الله تبارك وتعالى، وهو أصدق القائلين "وأنزلنا الحديد فيه بأس شديد ومنافع للناس" فجمع في هذه الكلمات القليلة أدق وأكمل وصف للحديد، فيه بأس شديد، إذ منه يستمد القوى الجبار عظمته وجبروته،

بالأمس كانت قوة المحارب المغوار في شجاعته وصمامه، واليوم يكمن بأس الأمم في أسلحتها الحديدية الفتاكه من دبابات ومدافع وطائرات، أذن فالحديد هو البأس الشديد، وهو القول الفصل في القوة والمهابة، وفيه منافع للناس، وأي منافع يؤديها هذا المعدن العظيم لخدمة البشر وإقامة مدنيتهم ورفع حضارتهم وصروح مجدهم، أنه لقول حق من الخالق الباريء جلت قدرته في وصف سيد المعادن وأنفعها للناس.

ولقد أدرك الناس من قديم الزمان ما يكمن في هذا المعدن من أسباب القوة والعظمة والسيطرة، إذ يحكى أنه في القرن السادس قبل الميلاد اصطحب الملك كروزس، الذي كان يشتهر بثرائه الواسع. الفيلسوف اليوناني سولون، فأراه كنوزه من الذهب واللآليء وقال له "انظر يا سولون، أترى من هو أغنى وأعظم مني". فرد الحكيم المحنك "مولاى، لو

أتى من هو أوفر منك في الحديد فسوف تؤول إليه السيادة على هذه الكنوز".

وجاء المؤرخ الشهير بليني في القرن الأول الميلادي فوصف الحديد بقوله "أنه أنفع آلة وأخطرها في يد الإنسان".

وكتب السير توماس مور السياسي الإنجليزي الشهير، وصاحب كتاب المجتمع المثالي. في عام **1516** يتحدث عن الحديد فقال "من ذا الذي لا يرى ما للحديد من قيمة كبرى فوق الذهب، فبدونه لا يستطيع الإنسان أن يعيش كما لا يعيش بدون النار والماء"، وهذا هو الفيلسوف الإنجليزي لوك في القرن السابع عشر يقول "أنني لا أعزو تأخر القارة الأمريكية رغم ما زخرت به من موارد الطبيعة ووفرتها، إلا لجهل أهلها (يقصد الهنود الحمر) بما يكمن في هذا الحجر الذرى الرخيص الذي يحوي معدن الحديد، ولا شك أن أول من وفق إلى معرفة فائدة هذا المعدن الحقير إنما يستحق دون سواه أن يطلق عليه (أبو الفنون ومنشأ الوفرة)".

أما الفيلسوف الفرنسي الذائع الصيت جان جاك روسو فيقول "يرى الشاعر أن الذهب والفضة هما أصل المدنية، أما الفيلسوف فيرى أساس المدنية وعمدها في الحديد والحنطة".

أما الشاعر شيلي فيجمع بين نظرة الشاعر ونظرة الفيلسوف فيقول: "إنما الحديد والذهب عبدا القوة وأصدق مظاهرها".

ويقتبس الهرسترسمان الألماني القول الحكيم "حيثما تفجر الحديد من شقوق الجبال يخرج أسياد العالم وأمراؤه".

وأدق مثل على قدر الحديد وأهميته القصوى في العصر الحديث، أهمية القوة والبأس، والمنفعة والتصنيع، أن مستر تشرشل طار إلى أمريكا عقب نجاحه في الانتخابات البريطانية (**1951**) وخطب السياسي الداهلية في الكونجرس الأمريكي قائلاً: "ما جئت لأسألكم مالا، وإنما لا طلب الصلب".

وهل يمكن للعقل الإنساني الحاضر أن يتضور المدنية الحديثة بلا حديد أو صلب، وكيف تكون هذه المدنية وقد خلت من البواخر العظيمة التي تمخر عباب الماء فتربط أركان العالم وأطرافه، تتبادل الخيرات والمنافع فتدب الحركة الاقتصادية التي تعمر جنبات هذا الكون الصغير، وكيف تتراجع مدنية القرن العشرين عن الطائرات الجبارة التي تجوب السماء وتطوي الفضاء، وكأنما هي البساط السحرى العجيب، فلم يعد في الأرض قاص ولا دان وإنما يضيق الكون بمناحي الإنسان، فود أن يربط إليه الأفلاك، وغدا ينطلق إلى القمر والمريخ، وهل يستغني اليوم متحضر أو ريفي عن السكك الحديدية أو السيارات التي تحمل كل يوم حاجيات العيش ووسائل الحياة، وكيف تقوم مدنية متحضرة حقة لا تدخل مزارعها الآلات الزراعية الحديثة، تصنع اليوم من الحديد والصلب، فتريد الغلة وتضاعف المحصول، وتنقذ الجهد والمال، ولا تشهد مدنها آيات العمران والإنشاء تبنيها الخرسانة المسلحة التي تشدها وتقويها أسياخ الصلب

المتينة، ولا تربط هذه المدن الكباري والقناطر تعبر الماء فتربط الضفاف والشطئان.

ولو أنك تأملت أية صغيرة أو كبيرة يقع عليها بصرك أو يمتد إليها طرفك، فهي أما خرجت عن مصانع يرسيها ويقيم عمدها وآلاتها معدن الصلب الجبار، أو هي صنعت بأدوات لابد وأن يكون الحديد هو صاحب اليد الطولي فيها، ولك أن تنظر إلى كل ما يستخدمه عمال الريف أو المدن من أدوات، لك أن تنظر إلى الريفي المتأخر، أليست أدواته من الفأس والمنجل والمحراث قد صنعت من الحديد، والنجار والبناء والخباز والخياط والحلاق والكواء، كي يعملون أو ينتجون إذا عدموا أدوات مهنهم وعماد أرزاقهم من الأدوات الحديدية المختلفة، ولو أني سألتك عن أحقر الأشياء وأتفهها، فهل يمكنك أن تتصور عالماً بلا أبرة أو مسمار.

ولنضرب لك أمثلة صغيرة عن مدى أهمية الحديد في حياتنا اليومية العادية وما يستهلك فيها من كميات ضخمة هائلة من الحديد، فباخرة واحدة مثل الباخرة "كوين ماري" إنما صنعت من 80 ألف طن من الصلب مع بضع مئات من الأطنان من المعادن الأخرى، وقد يصل يستخدم في بناء كوبرى واحد 50 ألف طن من الصلب، وفى بلد كبريطانيا تمد من قضبان السكك الحديدية ما زنته 10 مليون طن تجرى عليها 2 مليون طن من القاطرات صنعت كلها من الصلب، وقد تعجب إذا علمت أن السيارة العادية التي تزن حوالى ثلاثة آلاف رطل بها ما يقرب من ألفي رطل من الحديد، 770 رطلاً من المطاط، ومائة رطل من القطن، والباقي

من مختلف المعادن الأخرى، ولو نظرت إلى مثل آخر انتشر في حياتنا اليومية في العصر الحدديث، إلا وهو الأطعمة المحفوظة في العلب، أو تدرى أنها استهلكت في عام 1940 أكثر من مليونين من أطنان الحديد صنعت منها 9 بليون علبة، يتراوح ثمن العلبة من 1.5 إلى 5 سنت أي يبلغ ثمنها جميعاً 300 مليون دولار؟

أنني أشبه مدنية بغير حديد بحيوان لا فقري، رخو ضئيل لا حول له ولا قوة، ولا شأن له ولا حساب، بل هو مستعبد محتقر مستهان، وأشبه الحديد في جسد هذه المدنية بالعظام القوية في الحيوان الفقري، تشده وتسنده وتدعمه فتخلق فيه البأس وتقوى فيه الحياة، وتبارك الله أحكم الحاكمين إذ يقول في كتابه العزيز.

"وأنزلنا الحديد فيه بأس شديد ومنافع للناس".

صدق الله العظيم

الفهرس